Lehrbuch
der
bürgerlichen und ländlichen Baukunst.

Für

Maurer- und Zimmer-Gesellen, Bauherren und Freunde der Baukunst

entworfen

von

Carl Friedrich Schlegel.

Erster Theil.

Mit 368 Abbildungen.

Gera und Leipzig,
Heinsius'sche Buchhandlung.
1852.

Die

Lehre von den Baumaterialien

und den

Arbeiten der Maurer.

Für

Maurer, Bauherren und Freunde der Baukunst.

entworfen

von

Carl Friedrich Schlegel.

Mit 368 Abbildungen.

Gera und Leipzig,
Heinsius'sche Buchhandlung.
1852.

Erste Abtheilung.

Von den Baumaterialien.

§. 1.

Die Baumaterialien sind im Allgemeinen Stoffe, welche nach den Regeln der Baukunst sich zur Herstellung von Wohnhäusern und andern Bauten eignen und verbinden lassen. Dahin gehören:

A. Bauholz,

B. Steine,

C. Verbindungsmaterialien,

D. Metalle,

E. Nebenmaterialien.

Ein reichlicher Schatz von Kenntnissen über die Beschaffenheit und Eigenthümlichkeit der Baumaterialien ist für jeden Baumeister ein Gegenstand von größter Wichtigkeit; denn selbst die vortrefflichste Construction ist werthlos, wenn sie von schlechtem Material ausgeführt ist.

Die folgende Beschreibung der Baumaterialien möge daher dem angehenden Baumeister als Leitfaden dienen und ihm zu einer vollkommneren Kenntniß den Weg bahnen.

A. Von den verschiedenen Bauholzarten.

§. 2.

Das zum Bauwesen überhaupt, namentlich zu Gebäuden zu verwendende Holz wird entweder von Laubhölzern oder von Nadelhölzern genommen.

§. 3.

Die vorzüglichsten Laubhölzer sind:

a) Die Wintereiche, Steineiche, auch Traubeneiche genannt, wächst in ganz Europa. Sie theilt sich sehr bald in mehre Aeste

und erreicht darum nie eine bedeutende Höhe. Der Stamm hat eine grünlichbraune Farbe. Das Holz ist im Kerne röthlichbraun, im Splinte hell und weißlich. Es ist wenig elastisch, läßt sich aber, seiner Härte wegen, sehr eben bearbeiten und poliren. — Die Steineiche vollendet binnen 250 Jahren ihren Wuchs und erreicht bei einer Höhe von 110 Fuß eine Stärke von 6 bis 20 Fuß; ihr Alter bringt sie auf 1000 Jahr und darüber. Man theilt sie in schwache, in mittlere und starke Eichen. Schwache Eichen zählen hundert, mittlere zweihundert und starke Eichen über zweihundert Jahre. Der Kubikfuß dieses Holzes wiegt von der Wurzel 66 Pfd. 4 Loth, vom Stamme 65 Pfd. 10 Loth.

Zu freiliegenden Trägern, Balken und Sparren ist Eichenholz weniger brauchbar als die weichen Holzarten, die ihrer Elasticität und Leichtigkeit wegen dem Brechen weniger ausgesetzt sind; dagegen eignet sich Eichenholz vorzüglich gut zu Schwellen, zu Säulen und Riegeln, zu Brücken, Jochen, zu Grundpfählen und Eisböcken. Es muß sich aber in einerlei Nässe und Trockene befinden, sonst wirft es sich mehr als anderes Holz und fault auch eben so leicht; wenn es aber beständig im Wasser steht, so nimmt es an Festigkeit zu und wird fast unverweslich.

Die Sommereiche, Stieleiche, auch Baueiche genannt, hat in der Regel einen geraden, gleichmäßigen Stamm, der ein vortreffliches Bauholz giebt. — Das Holz ist bräunlich-roth und heller als das der Steineiche, aber nicht so hart, jedoch elastischer, fester und zäher als jenes; es läßt sich leicht spalten, ist aber dem Aufreißen unterworfen. Die Sommereiche ist nach 160 Jahren völlig ausgewachsen und erlangt bei 100 bis 130 Fuß Höhe eine Stammstärke von 6 bis 7 Fuß.

Kein Holz ist so vielen Mängeln unterworfen, keines so betrügerisch als das Eichenholz, da selbst der beste Holzkenner nicht immer die Gebrechen einer Eiche zu ermitteln im Stande ist. Die Unterscheidungszeichen der Güte oder Mangelhaftigkeit einer Eiche sind etwa folgende:

1) Wenn eine Eiche an ihrem Gipfel vertrocknet oder zopftrocken ist, so ist dieß ein Zeichen, daß der Baum fehlerhaft sein kann, doch kann daraus noch nicht auf Untauglichkeit desselben geschlossen werden. Man thut daher wohl, den Baum anzubohren und die Bohrspäne zu untersuchen, ob sie gesundes oder anbrüchiges Holz liefern.

2) Wenn die Blätter nicht gehörig grün, sondern gelb oder hängend erscheinen, so ist dieß ein Zeichen von einer herrschenden Krankheit des Baumes.

3) Findet sich am Stamme der Eiche ein Strahl in der Länge über den übrigen Theil der Borke des Baumes erhoben, so giebt dieß ein Zeichen von einer Eiskluft, schlägt sich eine solche Ader spiralförmig um den Baum, so ist dieß das schlimmste Zeichen, denn es zeigt nicht nur eine Eiskluft, sondern beweist auch, daß der Stamm durch verdorbene Säfte sich gedreht hat.

4) Zeigen sich am Stamme Maserbeulen oder sogenannte Rosen, so zeigen diese abgefaulte überwachsene Aeste an, unter denen gewöhnlich Brandstellen, die öfters bis in den Kern des Baumes gedrungen sind, sich befinden, oder dieses Masergewächs ist durch Wasserreiser entstanden, da dann das Kernholz doch gut sein kann; in jedem Falle aber bediene man sich des Anbohrens.

5) Ist der Stamm am Anfang der Aeste ungewöhnlich dick, so ist dieß ein sicheres Zeichen, daß der Stamm kernfaul sei; oder giebt er bei einem Schlage mit der Fällart einen dumpfen Schall, so ist gleiches Uebel vorhanden.

6) Löst sich die Rinde von selbst ab, so zeigt dieses den Mangel der Kernfäulniß und den des Wurmstiches an, welches auch der Fall ist, wenn sich Löcher in der Borke oder Wurmmehl vor dem Stamme befindet. Aus den größeren oder kleineren Löchern kann man beurtheilen, mit welchem Wurm der Baum behaftet ist.

7) Vieles Moos oder Flechtengewächse auf den Aesten und auf der Mitte des Stammes sind die Anzeigen von verdorbenen Säften.

8) Ein bewährtes, gutes Mittel, die Güte der Eichen zu beurtheilen, ist noch, wenn man durch Aufgraben der Erde die Wurzeln untersucht; finden sich alle im gesunden Zustande und befinden sich auf denselben keine weißen Moderflecke, so ist die Eiche gesund; sind aber viele abgestorbene Wurzeln vorhanden, so kann man sicher schließen, daß auch der Stamm gelitten habe.

b) Die Feldrüster, glatte Ulme, kommt in ganz Europa wild wachsend vor, wächst am besten in feuchtem, mildem, nahrhaftem Boden. Sie erreicht in einem Alter von 80 bis 100 Jahren eine Höhe von 60 bis 90 Fuß und der Stamm erreicht dabei eine nicht unbedeutende Stärke. Das Holz der Ulme ist in der Jugend gelblich weiß, im Alter röthlich braun gefleckt, geadert oder geflammt; der Splint ist gelblich weiß. Es ist hart, zähe, fest, faserig und läßt sich schwer spalten. Es wirft sich nicht leicht und hält sich unter dem Wasser wie Eichenholz. Das Ulmen=

holz läßt sich schwer bearbeiten und wird daher selten zu Zimmerverbänden benutzt, dagegen aber wird es mit Vortheil zu Mühlwellen, Wasserrädern, Pumpenbalken, Stellmacher- und Tischlerarbeiten verwendet.

Das Holz der Wasserrüster oder Flatterulme steht der Feldrüster nach.

c) Die Rothbuche, auch Mastbuche genannt, kommt fast in ganz Europa vor. Das Holz der jungen Buche hat eine weißliche Farbe, das ältere eine röthlich braune; es ist fest, hart, brüchig und läßt sich leicht spalten. Die Rothbuche erreicht in angemessenem Boden eine Höhe von 100 bis 130 Fuß und eine Stärke von 3 bis 4 Fuß; in 120 bis 140 Jahren vollendet sie ihren Wuchs. Das Holz derselben leidet sehr vom Wechsel der Witterung, es verstockt und verfault. In freier Luft ist es nicht dauerhaft und innerhalb der Gebäude dem Wurmfraß und dem Schwamme unterworfen; dagegen kann es jedoch einigermaßen geschützt werden, wenn es frisch in fließendem Wasser längere Zeit gelegen und dann allmählig getrocknet wird. Am vortheilhaftesten soll man die Buchen 14 Tage nach Johannis fällen, sie noch frisch in Planken schneiden, dann 10 Tage in fließendes Wasser legen und sie nachher wieder langsam trocknen lassen, wonach sie dann vom Wurme befreit bleiben. Nach vorstehenden Erörterungen ist das Buchenholz nur beim Wasserbau zu Grund- und Spundpfählen, zu Schiffskielen rc. sehr brauchbar. Als Nutzholz bedienen sich die Müller, Stellmacher, Maschinenbauer, Böttcher und Drechsler desselben.

Die Weißbuche, Hainbuche, auch Hornbuche genannt, gehört unter die niederstämmigen Bäume. Sie erreicht bei 5 bis 6 Zoll Zopfstärke eine Höhe von 18 bis 20 Fuß. Sie wird in der Regel nur 40—50 Fuß Fuß hoch, selten 70 bis 80 Fuß. Das Weißbuchenholz wird in der Baukunst nicht benutzt, weil es dem Wechsel der Witterung nicht genugsam wiedersteht. Im Maschinenbau findet es jedoch sehr vortheilhafte Verwendung.

d. Die Esche, welche in ganz Deutschland und Nordasien allenthalben wild angetroffen wird, ist von einem schlanken und glatten Wuchse, der Stamm derselben erlangt in einem Alter von 70=80 Jahren eine Höhe von 80 bis 100 Fuß und eine Stärke von 2 bis 3½ Fuß. Das Eschenholz ist zäh und fest und zu allen Bauarbeiten brauchbar. Zum Häuserbau ist es zu kostbar und wird daher nur zu Tischler-, Böttcher- und Drechslerarbeiten, wie auch zu Maschinentheilen verwendet.

e) Der Ahorn, die Sycamora, findet sich in ganz Europa. Der Stamm wird unter günstigen Umständen 20 bis 30 Fuß hoch und 2 bis 3 Fuß stark. Im 60sten bis 80sten Jahre ist er völlig ausgewachsen und mit der Krone gegen 90—100 Fuß hoch. -- Das Ahornholz ist im Trocknen sehr dauerhaft, aber der Witterung ausgesetzt verdirbt es bald; als Bauholz wird es daher wenig benutzt.

f) Die Pappel liefert von allen Holzgattungen das schlechteste Bauholz; doch kann es zum Wasser- und Faschinenbau verwendet werden.

g) Die Erle, Kleberle, Eller, Else, ist in ganz Deutschland einheimisch. Sie gelangt in 40—60 Jahren zu ihrer Vollkommenheit und erlangt unter günstigen Umständen 60, 80, ja wohl 100 Fuß Höhe, bei einer Stammstärke von $1\frac{1}{2}$—2 Fuß. Das Holz derselben ist dem Wurmfraße unterworfen und dauert in freier Luft nicht, desto besser aber unter dem Wasser. Es wird daher zu Pfahl- und liegendem Rostwerk benutzt. Will man jedoch die Erle im Trocknen benutzen, so muß gleich nach dem Fällen der Splint abgehauen werden, weil dieser die nächste Ursache zum Stocken ist.

h) Die Hangebirke, Weißbirke, erreicht in ihrem 50sten Jahre eine Höhe von 50 bis 60 Fuß und eine Stammstärke von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuß. Es wirft sich leicht, ist dem Wurmfraße ausgesetzt und trocknet schwer aus. Das Birkenholz ist weiß, dicht und zähe, hat aber als Bauholz wenig werth.

i) Der Acacienbaum ist in Nordamerika, in Canada und in Sibirien einheimisch; in Deutschland wird er erst seit dem Jahr 1796 mit bestem Erfolge gezogen. Die Acacie zeichnet sich besonders durch ihren schnellen Wuchs aus, gelangt in 40 Jahren zu einer Höhe von 40 bis 60 Fuß, bei einer Stammstärke von 2—3 Fuß. In 80 bis 100 Jahren ist der Acacienbaum völlig ausgewachsen. In Hinsicht der Dauerhaftigkeit und Festigkeit kann das Holz den besten Holzarten gleich geachtet werden. Nach dem Austrocknen wird es außerordentlich hart und fest, und ist weder dem Wurmfraße noch der Fäulniß unterworfen, bevor es aber nicht vollkommen ausgetrocknet ist, reißt es leicht auf. Die starken Stämme geben dauerhafte Schwellen und sind zu allen Grund- und Wasserbauten mit Vortheil zu verwenden.

k) Die Sommerlinde und Winterlinde gehört zu den stärksten Bäumen Europa's; sie erreicht in circa 150 Jahren 80 bis 90 Fuß Höhe und wird am Stamme 6 bis 8 Fuß stark. Das Lindenholz ist wegen

seiner Weichheit im Bauwesen nicht zu benutzen, sondern höchstens nur zu Fußböden und zu Tischler- und Drechslerarbeiten zu verwenden.

§. 4.

Von den Nadelhölzern.

a) Die Weißtanne, auf den meisten Gebirgen Deutschlands wachsend, erreicht in geschlossenem Stande, bei ganz geradem Wuchse, eine Höhe von 150 bis 170 Fuß, während die Stärke des Stammes 5 bis 7 Fuß beträgt. Sie ist nach 100 bis 130 Jahren völlig ausgewachsen und bringt ihr Alter auf 300 Jahre. Das Holz der Weißtanne ist von reiner, weißer, etwas gelblicher Farbe, es ist fein- und langfaserig, nicht sehr ästig, weich und weniger harzig als andere Nadelhölzer. Die gewöhnliche Bauholzstärke erreicht die Weißtanne innerhalb 100 Jahren. Der Kubikfuß wiegt 29¼ Pfund.

Das Holz der Weißtanne eignet sich zu allen Bauten, wo es dem Wechsel der Witterung nicht ausgesetzt ist. Seiner bedeutenden Elasticität wegen eignet es sich zu frei liegenden Verbandstücken, Balken, Sparren und Trägern, zu Masten und Segelstangen. Man benutzt es auch zu Grundbauten, die beständig unter Wasser sind, und ist dann von ziemlicher Dauer.

b) Die Fichte oder Rothtanne ist in ganz Deutschland der gemeinste Waldbaum. Die Rothtanne erreicht, bei ganz geradem Wuchse, eine Höhe von 170 bis 200 Fuß, bei einer Stärke des Stammes von 4 bis 5 Fuß. Der Kubikfuß frisches Fichtenholz wiegt 36 Pfund. Die Fichte wird für gewöhnlich 100 bis 120 Jahre alt; doch hat man auch Tannen gefällt, die über 200 Jahre alt und vollkommen gesund waren.

c) Die Kiefer, Föhre oder Kiene ist ein in den kältesten und wärmsten Gegenden Deutschlands einheimischer Baum. Sie erreicht eine Höhe von 80 bis 120 Fuß, während sie am Stamm 2½ bis 3½ Fuß stark ist. Der Kubikfuß dieses Holzes wiegt 39 Pfund. In einem Alter von 120 bis 140 Jahren ist sie vollständig ausgewachsen, liefert aber schon in ihrem 80sten bis 90sten Jahre starkes Bauholz. Das Kiefernholz ist eines der härtesten Nadelhölzer und elastisch, jedoch spröder als Tannenholz. Es findet fast in allen Theilen des Land- und Wasserbaues Anwendung. In abwechselnder Nässe und Trockenheit ist es dem Tannenholze vorzuziehen, indem es vermöge seines Harzgehaltes gegen Fäulniß geschützt ist.

d) Der Lerchenbaum liefert unter allen Holzarten das schönste, dauerhafteste und nützlichste Bauholz. Es ist sehr dicht und zähe und in allen Theilen von einem balsamischen Harze durchdrungeu, das diesem Holze eine vorzügliche Elasticität und Dauer gewährt. Der Stamm wächst sehr schnell und erreicht in 40 bis 50 Jahren bei 2 bis 3 Fuß Stärke eine Höhe von 80 bis 100 Fuß. In 80 bis 90 Jahren ist er vollkommen ausgewachsen und wird gegen 200 Jahre alt. Der Kubikfuß dieses Holzes wiegt 41 Pfund. Noch hat das Lerchenbaumholz die Eigenschaft, daß es auch im Wechsel der Witterung von großer Dauer ist und darum in allen Theilen der Baukunst eine vorzügliche Anwendung findet.

§. 5.

Das Fällen oder Stämmen der Bäume geschieht gewöhnlich im Winter, weil in dieser Zeit die Wirthschaftsgespanne der Landleute, wie auch Zimmerleute und Handarbeiter leichter entbehrt werden können. Die Erfahrung lehrt jedoch, daß Nadelholz, wie auch Laubholz, zu jeder Jahreszeit gefällt werden können, wenn es nur vor der Verwendung gehörig ausgetrocknet ist. Holz, welches im Sommer gefällt und schleunigst zur Vollendung eines Baues verwendet wird, also noch im vollen Safte ist, stockt und fault in kurzer Zeit.

Das Fällen der Bäume geschieht entweder durch Abhauen mit der Axt, durch Absägen, oder durch Ausroden mit der Wurzel. Soll ein Baum mit der Axt gefällt werden, so schlägt man an der Seite, nach welcher er fallen soll, so nahe als möglich an der Erde, einen Kerb bis in die Mitte des Stammes ein, dasselbe geschieht auch einige Zoll höher an der entgegengesetzten Seite, und wenn dieser zweite Kerb bis auf $^1/_3$ der Stärke des Stammes eingedrungen ist, so fällt der Baum nach der Seite des ersten Kerbes. — Beim Absägen der Bäume schneidet man zuerst auf der Seite, nach welcher der Baum fallen soll, wagerecht bis auf die Mitte desselben ein, dann an der entgegengesetzten Seite 2 Zoll nach dem nämlichen Puncte der Mitte zu; so fällt gewöhnlich der Baum noch vor der Vereinigung beider Schnitte.

Der gefällte Baum wird sogleich von seinen Aesten befreit und der Wipfel oder Zopf so weit abgehauen, als er zu Bauholz nicht mehr nutzbar ist.

Laubhölzer erhalten dadurch mehr Festigkeit und Dauer, daß die Bäume schon ein halbes Jahr vor dem Fällen abgeschält werden, wodurch die

Luft den Stamm allmählig austrocknet und so der Splint beinahe die Festigkeit des Holzes erlangt, eben dadurch wird zugleich das Holz gegen den Wurmfraß sicher gestellt. Am vortheilhaftesten geschieht das Abschälen im Frühjahre, wenn der Saft im Aufsteigen ist. Birken, Rothbuchen und Rüstern werden gleich nach dem Fällen stellenweise ihrer Rinde beraubt, damit sie nur langsam trocknen und dadurch weniger aufreißen. Erlen, welche im Trocknen verarbeitet werden sollen, müssen gleich nach dem Fällen vom Splinte befreit werden, weil derselbe leicht stockt und vom Wurme benagt wird. Hagebuchen müssen ebenfalls gleich nach dem Fällen ihrer Rinde beraubt und aus dem Rohen behauen werden, weil das Holz gegen $2^1/_2$ Jahr zum völligen Austrocknen braucht. Nadelhölzer dürfen dagegen nicht eher ihrer Rinde beraubt werden, als bis sie völlig ausgetrocknet sind, weil sonst das Harz ausgezogen würde, von dessen Anwesenheit die Dauer sehr wesentlich vermehrt wird.

§. 6.

Beim Beschlagen des Bauholzes hat der Zimmermann hauptsächlich darauf zu achten, daß bei Zurichtung runder, zu Verbandstücken verwendbarer Stämme nicht zu viel Holz in die Späne geschnitten werde. Zu Balken und Trägern muß vorzugsweise die Nordseite (harte Seite) oben hinkommen, damit der Balken, weil namentlich die Nadelhölzer von der Nord- nach der Südseite etwas gekrümmt sind, vermöge seines eigenen Gewichts sich dann gerade ziehe. Die Träger und Wandstiele müssen am vortheilhaftesten so beschlagen werden, daß sich die Breite zur Höhe wie 5 zu 7 verhält. Zu schwächeren Verbandstücken pflegt man, in Ermangelung passenden Holzes, das stärkere einmal der Länge nach mitten durchzuschneiden, so erhält man das Halbholz, ist auch dieses noch zu stark, so wird das Halbholz nochmals getrennt und man erhält das Kreuzholz; wäre aber auch dieses noch zu stark, so wird das Halbholz zweimal getrennt, wodurch das Sechstelholz erhalten wird.

Außerdem wird das Bauholz auch eingetheilt:

a) in Sägeblöcke,
b) in starkes, } Bauholz,
c) in mittleres, } Bauholz,
d) in kleines } Bauholz,
e) in Bohlenstämme,

f) in Lattenstämme,

g) in Schwamm= oder rindschälige Bäume.

a) Die Sägeblöcke dienen, um daraus alle Arten Schnittwaaren, als Bretter, Bohlen, Latten, Rahmleisten u. s. w. auf den dazu eingerichteten Schneidemühlen zu bereiten. Man begreift darunter alle solche Hölzer, die bei einer Länge von 14 bis 20 Fuß am Zopfe 12 bis 16 Zoll Stärke haben. Indessen giebt es auch Sägeblöcke von 18—24 und mehr Zoll Stärke.

b) Starkes Bauholz heißt dasjenige, welches bei 48 bis 50 Fuß Länge am Zopfe 12 bis 14 Zoll stark ist. Dieses starke Bauholz kommt bei Brücken, Hängetramen, verzahnten Balken, Schleußen, Währen, Fachbäumen, Griessäulen u. s. w. in Anwendung.

Minder starkes Bauholz, welches bei einer Länge von etwa 40 bis 45 Fuß noch 10 bis 12 Zoll Zopfstärke hat, wird entweder ganz zu Balken gebraucht, wenn das Gebäude gegen 40 Fuß Tiefe hat; oder getrennt, zu Halb= und Kreuzholz, woraus Stühle, Sturmbänder, Stuhlsäulen, Kehlbalken, Spannriegel und Schwellen gefertigt werden; auch wird es zu Mauerlatten, Dachlucken, Sparren, Dachrahmen u. s. w. verwendet.

c) Das mittlere Bauholz besteht aus Stämmen von 36 bis 40 Fuß Länge und 7 bis 9 Zoll Stärke am Zopfe. Dieses Holz dient zu Wandstühlen, Schwellen, Fachwänden, wie auch zu Balkenlagern für Gebäude und Zimmer von geringer Tiefe.

d) Das kleine Bauholz, welches in Stämmen von 30 bis 36 Fuß Länge und circa 6 Zoll Stärke am Zopfe besteht, sollte seiner Stärke wegen nur in Nothfällen benutzt werden.

e) Die Bohlenstämme haben bei 30 bis 35 Fuß Länge 5 Zoll Zopfstärke; sie dienen in Ermangelung des getrennten Holzes zur Belegung von Brücken, Stallungen u. s. w.

B o h l e n oder P l a n k e n heißen alle diejenigen geschnittenen Hölzer, die nicht unter 2 Zoll stark sind, während die von 2 Zoll bis 1/2 Zoll Stärke B r e t t e r genannt werden.

S c h a l e n oder B e i s c h a l e n heißen die zu beiden Seiten eines Balkens abgeschnittenen Bretter, die auf der Außenseite einen Theil der Schwarte des Stammes zur Oberfläche haben.

f) Lattenstämme haben 25 bis 30 Fuß Länge und 3 bis 4 Zoll Zopfstärke; sie werden an den Seiten von einander geklübt, so daß ein Stamm zwei Dachlatten zu Stroh= und Rohrdächern giebt.

L a t t e n giebt es in der Regel drei Sorten:

starke Latten . . . . 3 Zoll breit — $1\frac{1}{2}$ Zoll stark,
schwache Latten . . . . $2\frac{1}{2}$ Zoll breit — $1\frac{1}{2}$—$1\frac{1}{4}$ „ „
Latten zu Fledermaus-Dachfenstern $2\frac{1}{2}$ Zoll breit — $1\frac{1}{2}$ „ „

§. 7.

Es kann öfters vorkommen, daß ein Balken von gegebener Höhe und Breite verlangt wird, da es dann Sache des Zimmermeisters ist, die nöthige Zopfstärke des Baumes zu wissen, aus dem dieser Balken geschlagen werden kann.

Zu diesem Behuf erhebe man jede der gegebenen Zahlen, welche die Höhe und Breite bestimmen, zum Quadrat, addire beide Quadrate und ziehe aus der Summe die Quadratwurzel.

Beispiel. Es soll ein Balken von 12 Zoll Höhe und 9 Zoll Breite beschlagen werden, wie stark muß der dazu erforderliche Stamm am Zopfe sein? Hier ist $12^2 = 144$

$$9^2 = 81$$

$$12^2 * 9^2 = 225$$ und

$\sqrt{225} = 15$ Zoll die gesuchte Stärke des Stammes am Zopfe.

Will man sich dieser kleinen Rechnung überheben, so kann man die Resultate aus folgender Tabelle entnehmen:

Zoll.	Quadr.	Zoll.	Quadr.	Zoll.	Quadr.	Zoll.	Quadr.	Zoll.	Quadr.
4	16	$9\frac{1}{4}$	$85\frac{9}{16}$	$14\frac{1}{2}$	$210\frac{1}{4}$	$19\frac{3}{4}$	$390\frac{1}{16}$	25	625
$4\frac{1}{4}$	$18\frac{1}{16}$	$9\frac{1}{2}$	$90\frac{1}{4}$	$14\frac{3}{4}$	$217\frac{9}{16}$	20	400	$25\frac{1}{4}$	$637\frac{9}{16}$
$4\frac{1}{2}$	$20\frac{1}{4}$	$9\frac{3}{4}$	$95\frac{1}{16}$	15	225	$20\frac{1}{4}$	$410\frac{1}{16}$	$35\frac{1}{4}$	$650\frac{1}{4}$
$4\frac{3}{4}$	$22\frac{9}{16}$	10	100	$15\frac{1}{4}$	$232\frac{9}{16}$	$20\frac{1}{2}$	$420\frac{1}{4}$	$25\frac{3}{4}$	$663\frac{1}{16}$
5	25	$10\frac{1}{4}$	$105\frac{1}{16}$	$15\frac{1}{2}$	$240\frac{1}{4}$	$20\frac{3}{4}$	$430\frac{9}{16}$	26	676
$5\frac{1}{4}$	$27\frac{9}{16}$	$10\frac{1}{2}$	$110\frac{1}{4}$	$15\frac{3}{4}$	$248\frac{1}{16}$	21	441	$26\frac{1}{4}$	$689\frac{1}{16}$
$5\frac{1}{2}$	$30\frac{1}{4}$	$10\frac{3}{4}$	$115\frac{9}{16}$	16	256	$21\frac{1}{4}$	$451\frac{9}{16}$	$26\frac{1}{2}$	$702\frac{1}{4}$
$5\frac{3}{4}$	$33\frac{1}{16}$	11	121	$16\frac{1}{4}$	$264\frac{1}{16}$	$21\frac{1}{2}$	$462\frac{1}{4}$	$26\frac{3}{4}$	$715\frac{9}{16}$
6	36	$11\frac{1}{4}$	$126\frac{9}{16}$	$16\frac{1}{2}$	$272\frac{1}{4}$	$21\frac{3}{4}$	$473\frac{1}{16}$	27	729
$6\frac{1}{4}$	$39\frac{1}{16}$	$11\frac{1}{2}$	$132\frac{1}{4}$	$16\frac{3}{4}$	$280\frac{9}{16}$	22	484	$27\frac{1}{4}$	$742\frac{9}{16}$
$6\frac{1}{2}$	$42\frac{1}{4}$	$11\frac{3}{4}$	$138\frac{1}{16}$	17	289	$22\frac{1}{4}$	$495\frac{1}{16}$	$27\frac{1}{2}$	$756\frac{1}{4}$
$6\frac{3}{4}$	$45\frac{9}{16}$	12	144	$17\frac{1}{4}$	$297\frac{9}{16}$	$22\frac{1}{2}$	$506\frac{1}{4}$	$27\frac{3}{4}$	$770\frac{1}{16}$
7	49	$12\frac{1}{4}$	$150\frac{1}{16}$	$17\frac{1}{2}$	$306\frac{1}{4}$	$22\frac{3}{4}$	$517\frac{9}{16}$	28	784
$7\frac{1}{4}$	$52\frac{9}{16}$	$12\frac{1}{2}$	$156\frac{1}{4}$	$17\frac{3}{4}$	$315\frac{1}{16}$	23	529	$28\frac{1}{4}$	$798\frac{1}{16}$
$7\frac{1}{2}$	$56\frac{1}{4}$	$12\frac{3}{4}$	$162\frac{9}{16}$	18	324	$23\frac{1}{4}$	$540\frac{9}{16}$	$28\frac{1}{2}$	$812\frac{1}{4}$
$7\frac{3}{4}$	$60\frac{1}{16}$	13	169	$18\frac{1}{4}$	$333\frac{1}{16}$	$23\frac{1}{2}$	$552\frac{1}{4}$	$28\frac{3}{4}$	$826\frac{9}{16}$
8	64	$13\frac{1}{4}$	$175\frac{9}{16}$	$18\frac{1}{2}$	$342\frac{1}{4}$	$23\frac{3}{4}$	$564\frac{1}{16}$	29	841
$8\frac{1}{4}$	$68\frac{1}{16}$	$13\frac{1}{2}$	$182\frac{1}{4}$	$18\frac{3}{4}$	$351\frac{9}{16}$	24	576	$20\frac{1}{4}$	$855\frac{9}{16}$
$8\frac{1}{2}$	$72\frac{1}{4}$	$13\frac{3}{4}$	$189\frac{1}{16}$	19	361	$24\frac{1}{4}$	$588\frac{1}{16}$	$29\frac{1}{2}$	$870\frac{1}{4}$
$8\frac{3}{4}$	$76\frac{9}{16}$	14	196	$19\frac{1}{4}$	$370\frac{9}{16}$	$24\frac{1}{2}$	$600\frac{1}{4}$	$29\frac{3}{4}$	$885\frac{1}{16}$
9	81	$14\frac{1}{4}$	$203\frac{1}{16}$	$19\frac{1}{2}$	$380\frac{1}{4}$	$24\frac{3}{4}$	$612\frac{9}{16}$	30	900

Der Gebrauch dieser Tabelle ist folgender:

1) Gesetzt, man wollte oben angeführtes Beispiel nach vorstehender Tabelle berechnen, so hätte man nur nöthig, die Höhe und Breite des gegebenen Balkens zu quadriren, die Summe derselben in der Rubrik „Quadr." aufzusuchen und davon die zugehörige Wurzel aus der Rubrik „Zoll" zu nehmen. Findet sich die gesuchte Quadratzahl in der Tabelle nicht vollständig vor, so nimmt man die nächst größere in der Tabelle befindliche Quadratzahl.

Beispiel. Man verlangt einen Balken von 15 Zoll Höhe und 12 Zoll Breite, wie stark muß der hierzu erforderliche Stamm am Zopfe sein.

In der Tabelle findet sich neben 15 Zoll das Quadr.	=	225
„ 12 „ „ „	=	144
davon die Summe	=	369

Diese Zahl findet sich aber in der Tabelle nicht vor und man nimmt daher die nächst größere $370^{9}/_{16}$; die zugehörige Wurzel ist unter der Rubrik mit $19^{1}/_{4}$ Zoll angegeben, und dieß ist die Zopfstärke des hierzu erforderlichen Stammes.

2) Ist die Zopfstärke des Stammes und die Höhe des daraus zu beschlagenden Balken gegeben, so kann die Breite gefunden werden, indem man die Stärke des Zopfes quadrirt, davon das Quadrat der Höhe des Balkens abzieht und den Rest in der Rubrik „Quadr." aufsucht, ist er jedoch nicht vollständig darin enthalten, so nimmt man die nächst kleinere Zahl, dann giebt die in der nebenstehenden mit „Zoll" bezeichneten Columne befindliche Zahl die Breite des Balkens in Zollen an.

Beispiel. Aus einem 17 Zoll starken Stamme soll ein 14 Zoll hoher Balken geschlagen werden, welche Breite wird er haben können?

Nach unserer Tabelle ist	17^2 =	289
	14^2 =	196
Die Differenz $17^2 - 14^2$	=	93

In der Tabelle ist 93 nicht enthalten, es wird also die nächst kleinere Zahl, nämlich $90^{1}/_{4}$ genommen, neben dieser Zahl steht unter der Rubrik Zoll die Zahl $9^{1}/_{2}$; wenn demnach der verlangte Balken 14 Zoll hoch werden soll, so kann er $9^{1}/_{2}$ Zoll Breite erhalten.

§. 8.

Bei dieser Gelegenheit kommt der Fall noch in Betrachtung, da man beurtheilen soll, wie viel Bretter, Bohlen oder Planken von bestimmter

Stärke, Breite und Flächeninhalt aus einem gegebenen Sägeblocke sich schneiden lassen. Da man hierbei die Stärke der zu schneidenden Bretter nebst der Breite des jedesmaligen Sägeschnittes mit der Dicke des Sägeblockes zu vergleichen und daraus die Anzahl der zu schneidenden Bretter zu bestimmen hat, so hat die Berechnung weiter keine Schwierigkeit. Eine Tabelle, wie die folgende vom Bauconducteur Heß entworfene, die sich durch ihre Zweckmäßigkeit empfiehlt, wird jedoch immer mit Nutzen angewendet werdeŋ können. Der aus zwei Seitenschwarten und der obern und untern Schwarte bestehende Abfall ist hierbei nicht mit berücksichtiget.

Tabelle zur Berechnung der Anzahl, Breite und des Inhaltes von Brettern oder Bohlen, die aus freier Hand aus einem Sägeblocke von mittlerem Durchmesser geschnitten werden können.

Anmerkung. Der Flächeninhalt ist hier in ganzen Zahlen und Vierundzwanzigtheilen des Quadratfußes bestimmt, und in einer den Dezimalbrüchen ähnlichen Form dargestellt, indem die Vierundzwanzigtheile durch ein Comma von den ganzen Quadratfußen getrennt sind. Es gilt also hier das zwölftheilige Maaß.

Dicke der Bretter in Zollen.	Sägeblöcke von								
	12 Zoll Durchmesser.			13 Zoll Durchmesser.			14 Zoll Durchmesser.		
	Stückzahl.	Breite in Zollen.	Flächeninhalt.	Stückzahl.	Breite in Zollen.	Flächeninhalt.	Stückzahl.	Breite in Zollen.	Flächeninhalt.
3/4	8	9	6,0	8	10 1/2	7,0	8	11 3/4	7,20
=	10	7 1/4	6,1	10	8	6,16	10	10 1/4	8,13
1	6	9 1/2	4,18	6	10	5,0	6	12 1/4	6,3
=	8	7	4,16	8	9	6,0	8	10 1/2	7,0
1 1/4	4	10 1/2	3,12	4	11 3/4	3,22	4	12 3/4	4,6
•	6	8 1/4	4,3	6	9 3/4	4,21	6	11	5,12
1 1/2	4	9 3/4	3,6	4	11	3,16	4	12 1/2	4,4
=	6	6 1/4	3,3	6	8 1/4	4,3	6	9 3/4	4,21
1 3/4	4	9	3,0	4	10 1/2	3,12	4	11 3/4	3,22
2	3	10	2,12	3	11 1/4	2,20	3	12 1/2	3,3
=	—	—	—	5	7	2,22	5	9	3,18
2 1/4	2	11	1,20	2	12	2,0	2	13 1/2	2,6
=	4	7	2,8	3	10 3/4	2,14	4	10 1/4	3,10
=	—	—	—	4	8 1/2	2,20	—	—	—
2 1/2	2	8	1,8	2	12	2,0	2	13	2,4
=	4	5 1/2	1,20	4	7 1/2	2,12	4	9 1/4	3,2
2 3/4	2	10 1/2	1,18	2	12	2,0	2	13	2,4
=	—	—	—	3	9 3/4	2,11	4	8	2,16

Dicke der Bretter in Zollen.	Sägeblöcke von 12 Zoll Durchmesser. Stückzahl.	Breite in Zollen.	Flächeninhalt.	13 Zoll Durchmesser. Stückzahl.	Breite in Zollen.	Flächeninhalt.	14 Zoll Durchmesser. Stückzahl.	Breite in Zollen.	Flächeninhalt.
2 3/4	2	10 1/2	1,18	4	6 1/2	2,4	4	8	2,16
3	3	7 1/2	1,21	3	9	2,6	3	10 1/4	2,14
3 1/4	2	10	1,16	2	11	1,20	2	12 1/4	2,1
=	—	—	—	—	—	—	3	10	2,12
3 1/2	2	9 1/2	1,14	2	11	1,20	2	12	2,0
=	—	—	—	—	—	—	3	9	2,6
3 3/4	2	9 1/4	1,13	2	10 1/2	1,18	2	11 1/2	1,22
4	2	8 3/4	1,11	2	10	1,16	2	11 1/4	1,21
4 1/4	2	8 1/4	1,9	2	9 3/4	1,15	2	11	1,20
4 1/2	2	7 3/4	1,7	2	9 1/4	1,13	2	10 3/4	1,19
4 3/4	2	7 1/4	1,5	1	12 1/4	1,1	2	10 1/4	1,17
=	1	9 3/4	0,20	2	8 3/4	1,11	1	13 1/4	1,3
5	2	6 1/2	1,2	1	12	1,0	2	9 3/4	1,15
=	1	11	0,22	2	8 1/4	1,9	1	13 1/4	1,3
5 1/4	1	10 3/4	0,21	1	12	1,0	1	13	1,2
=	—	—	—	2	7 1/2	1,6	—	—	—
5 1/2	1	10 1/2	0,21	1	12	1,0	1	12 3/4	1,2
=	—	—	—	2	7	1,4	—	—	—
5 3/4	1	10 1/2	0,21	1	11 3/4	1,0	1	12 3/4	1,2
6	1	10 1/2	0,21	1	11 1/2	0,23	1	12 3/4	1,2
	15 Zoll Durchmesser.			16 Zoll Durchmesser.			17 Zoll Durchmesser.		
3/4	8	13	8,16	10	13	10	10	14	11,16
=	10	11 1/2	9,14	12	11	20	12	12 1/2	12,12
=	12	9 1/2	9,12	—	—	—	—	—	—
1	6	13 1/4	6,15	6	14 1/2	7,6	8	14	9,8
=	8	11 3/4	7,20	8	13	8,16	10	11 3/4	9,19
=	10	9	7,12	10	10 1/2	8,18	—	—	—
1 1/4	6	12 1/4	6,3	6	13 1/2	6,18	6	14 1/2	7,6
=	8	9 1/2	6,8	8	11	7,8	8	12 1/2	8,8
1 1/2	4	13 3/4	4,14	4	14 1/2	4,20	6	13 3/4	6,21
=	6	11	5,12	5	13 1/2	5,15	7	12 1/4	7,4
=	—	—	—	6	12 1/2	6,6	—	—	—
1 3/4	4	13	4,8	4	14	4,16	5	14	5,20
=	6	9 1/2	4,8	5	13	5,10	6	12 1/2	6,6
=	—	—	—	6	11	5,12	—	—	—
2	3	13 1/2	3,9	4	13 1/2	4,12	5	13	5,10
2	5	10 1/4	4,5	5	12	5,0	—	—	—
2 1/4	4	11 1/2	3,20	4	12 3/4	4,6	4	14	4,16
=	—	—	—	5	10 1/2	4,9	5	11 1/2	4,19
2 1/2	2	14	2,8	3	14	3,12	3	15	3,18
=	3	12 3/4	3,5	4	12	4,0	4	13 1/4	4,10
=	4	10 1/2	3,12	—	—	—	—	—	—
2 3/4	2	14	2,8	3	13 1/2	3,9	3	14 1/2	3,15
=	3	12 1/4	3,2	4	11	3,16	4	12 1/4	4,2

Dicke der Bretter in Zollen.	Sägeblöcke von								
	15 Zoll Durchmesser.			16 Zoll Durchmesser.			17 Zoll Durchmesser.		
	Stückzahl.	Breite in Zollen.	Flächeninhalt.	Stückzahl.	Breite in Zollen.	Flächen. inhalt.	Stückzahl.	Breite in Zollen.	Flächeninhalt.
2¾	4	9½	3,4	—	—	—	—	—	—
3	3	12	3,0	3	13	3,6	3	14	3,12
3¼	2	13½	2,6	3	12½	3,3	3	13½	3,9
=	3	11½	2,20	—	—	—	—	—	—
3½	2	13¼	2,5	2	14½	2,10	2	15¼	2,13
=	3	10¼	2,15	3	12	3,0	3	13	3,6
3¾	2	13	2,4	2	14	2,8	2	15	2,12
=	—	—	—	3	11	2,18	3	12¼	3,2
4	2	12½	2,2	2	14	2,8	2	14¾	2,11
=	—	—	—	3	10¼	2,14	3	11½	2,21
4¼	2	12¼	2,1	2	13½	2,6	2	14½	2,10
4½	2	12	2,0	2	13¼	2,5	2	14¼	2,9
4¾	2	11½	1,22	2	12¾	2,3	2	14	2,8
5	2	11	1,20	2	12¼	2,1	2	13½	2,6
=	1	14¼	1,5	—	—	—	—	—	—
5¼	2	10½	1,18	2	12	2,0	2	13	2,4
=	1	14¼	1,5	—	—	—	—	—	—
5½	2	10¼	1,17	2	11½	1,22	2	12½	2,3
=	1	14	1,4	—	—	—	—	—	—
5¾	2	9½	1,14	2	11	1,20	2	12¼	2,1
=	1	14	1,4	—	—	—	—	—	—
6	2	9	1,12	1	15	1,6	1	16	1,8
=	1	13¾	1,4	2	10½	1,18	2	11¾	2,0
	18 Zoll Durchmesser.			19 Zoll Durchmesser.			20 Zoll Durchmesser.		
¾	12	13½	13,12	12	15	15,0	14	14½	16,22
=	14	11½	13,10	14	13	15,4	—	—	—
1	10	13¼	10,1	10	14½	12,2	10	15¾	13,3
=	—	—	—	11	12¼	11,6	11	14¾	13,13
=	—	—	—	—	—	—	12	13½	13,12
1¼	8	13¾	9,4	8	15	10,0	8	16¼	10,20
=	—	—	—	9	13½	10,3	9	15	11,6
=	—	—	—	—	—	—	10	13½	11,6
1½	6	14¾	7,9	7	14¾	8,15	7	16	9,8
=	7	13½	7,21	8	13¼	8,20	8	14½	9,16
1¾	6	13¾	6,21	6	15	7,12	6	16¼	8,3
1¾	7	11½	6,17	7	13¼	7,18	7	14½	8,11
2	5	14¼	5,23	5	15½	6,11	6	15	7,12
=	6	12¼	6,3	6	13¾	6,21	7	12¾	7,11
2¼	4	15	5,0	4	16¼	5,10	5	15¾	6,14
=	5	13	5,10	5	14½	6,1	6	13½	6,18
2½	4	14½	4,20	4	15½	5,4	4	16¾	5,14
=	5	12	5,0	5	13½	5,15	5	14¾	6,4
2¾	4	13¾	4,14	4	15	5,0	4	16	5,8
=	—	—	—	5	12	5,0	5	13¼	5,13

Dicke der Bretter in Zollen.	Sägeblöcke von								
	18 Zoll Durchmesser.			19 Zoll Durchmesser.			20 Zoll Durchmesser.		
	Stückzahl.	Breite in Zollen.	Flächeninhalt.	Stückzahl.	Breite in Zollen.	Flächeninhalt.	Stückzahl.	Breite in Zollen.	Flächeninhalt.
3	3	15¼	3,20	4	14	4,16	4	15½	5,4
=	4	12¾	4,6	—	—	—	5	12¼	5,3
3¼	3	14¾	3,17	3	16	4,0	3	17	4,6
=	—	—	—	4	13¼	4,10	4	14½	4,20
3½	3	14¼	3,14	3	15½	3,21	3	16¾	4,5
=	—	—	—	4	12	4,0	4	13½	4,12
3¾	2	16¼	2,17	3	15	3,18	3	16	4,0
=	3	13½	3,9	—	—	—	—	—	—
4	2	16	2,16	3	14¼	3,14	3	15½	3,21
=	3	13	3,6	—	—	—	—	—	—
4¼	2	15¾	2,15	3	13½	3,9	3	14¾	3,17
4½	2	15¼	2,13	2	16½	2,18	2	17¾	2,23
=	—	—	—	3	12¾	3,5	3	14¼	3,14
4¾	2	15	2,12	2	16½	2,18	2	17½	2,22
=	—	—	—	3	12	3,0	3	13½	3,9
5	2	14¾	2,11	2	16	2,16	2	17¼	2,21
=	—	—	—	3	11	2,18	3	12¾	3,5
5¼	2	14½	2,10	2	15¾	2,15	2	16¾	2,19
5½	2	14	2,8	2	15¼	2,13	2	16½	2,18
5¾	2	13½	2,6	2	15	2,12	2	16	2,16
6	2	13¼	2,5	2	14½	2,10	2	15¾	2,15
	21 Zoll Durchmesser.			22 Zoll Durchmesser.			23 Zoll Durchmesser.		
¾	14	15¾	18,9	14	17	19,20	15	17¾	22,5
=	15	15	18,19	15	16¼	20,8	16	16¾	22,8
=	16	14	18,16	16	15¼	20,8	17	15¾	22,8
=	17	12¾	18,2	—	—	—	—	—	—
1	11	16	14,16	10	18¼	15,5	12	17¾	17,18
=	12	15	15,0	11	17¼	15,20	13	16½	17,21
=	14	12¼	14,7	12	16¼	16,6	—	—	—
1¼	8	17¼	11,12	9	17½	13,3	10	17¾	14,19
=	9	16¼	12,5	10	16¼	13,13	11	16½	15,3
=	10	15	12,12	11	14¾	13,13	12	14¾	14,18
=	11	13¼	12,4	12	13	13,0	—	—	—
1½	7	17	9,22	8	17½	11,12	8	18½	12,8
1½	8	15¾	10,12	9	15½	11,15	8	17	12,18
=	9	14¼	10,17	10	13¾	11,11	10	15½	12,22
1¾	6	17¼	8,15	6	18½	9,4	7	18½	10,19
=	7	15¾	9,5	7	17	9,22	8	17	11,8
=	8	14	9,8	8	15½	10,8	9	15	11,6
2	6	16¼	8,3	6	17½	8,18	6	19	9,12
=	7	14½	8,8	7	15¾	8,5	7	17½	10,2
2¼	5	17	7,2	5	18¼	7,15	5	19¼	8,1
=	6	15	7,12	6	16¼	8,3	6	17¾	8,21
=	—	—	—	7	14¾	8,15	7	15½	8,22

Dicke der Bretter in Zollen.	Sägeblöcke von								
	21 Zoll Durchmesser.			22 Zoll Durchmesser.			23 Zoll Durchmesser.		
	Stückzahl.	Breite in Zollen.	Flächeninhalt.	Stückzahl.	Breite in Zollen.	Flächeninhalt.	Stückzahl.	Breite in Zollen.	Flächeninhalt.
2½	4	18	6,0	4	19	6,8	5	18½	7,17
=	5	16	6,16	5	17½	7,5	6	16½	8,6
=	6	13¼	6,15	6	15	7,12	—	—	—
2¾	4	17¼	5,18	4	18½	6,4	5	17¾	7,10
=	5	15	6,6	5	16¼	6,10	6	14¾	7,9
3	4	16½	5,12	4	17¾	5,22	4	19¼	6,10
=	5	13½	5,15	5	15	6,6	5	16½	6,21
3¼	4	16	5,8	4	17	5,16	4	18¾	6,6
=	—	—	—	—	—	—	5	15¼	6,9
3½	4	15	5,0	4	16½	5,10	4	17¾	5,22
=	—	—	—	—	—	—	5	14	5,20
3¾	3	17½	4,8	3	18½	4,15	3	19¾	4,23
=	4	13¾	4,14	4	15½	5,4	4	16¾	5,14
4	3	16¾	4,5	3	18	4,12	3	19¼	4,20
=	4	12¾	4,6	—	—	—	4	16	5,8
4¼	3	16¼	4,2	3	17½	4,9	3	18¾	4,17
=	—	—	—	—	—	—	4	14¾	4,22
4½	2	18¾	3,3	3	17	4,6	3	18	4,12
=	3	15½	3,21	—	—	—	4	13½	4,12
4¾	2	18½	3,2	2	19½	3,6	3	17¾	4,11
=	3	15	3,18	3	16¼	4,2	—	—	—
5	2	18¼	3,1	2	19¼	3,5	3	17	4,6
=	3	14	3,12	3	15½	3,21	—	—	—
5¼	2	18	3,0	2	19	3,4	2	20	3,8
=	3	13¼	3,8	3	14¾	3,17	3	16¼	4,2
5½	2	17¾	2,23	2	18¾	3,3	2	20	3,8
=	3	12½	3,3	3	14	3,12	3	15½	3,21
5¾	2	17½	3,21	2	18½	3,2	2	19½	3,6
=	—	—	—	—	—	—	3	15	3,18
6	2	17	2,20	2	18¼	3,1	2	10½	3,6
=	—	—	—	—	—	—	3	13¾	3,11

Dicke der Bretter in Zollen.	Sägeblöcke von 24 Zoll Durchmesser.			Dicke der Bretter in Zollen.	Sägeblöcke von 24 Zoll Durchmesser.		
	Stückzahl.	Breite in Zollen.	Flächeninhalt.		Stückzahl.	Breite in Zollen.	Flächeninhalt.
¾	16	18	24,0	3	4	20¼	6,18
=	17	17¼	24,11	=	5	18	7,12
=	18	16	24,0	3¼	4	19¾	6,14
1	12	19	19,0	=	5	17	7,2
=	13	18	19,12	3½	4	18¾	6,6
=	14	16¾	19,13	=	5	15¼	6,9
=	15	15¼	19,2	3¾	3	20¾	5,5
1¼	10	19	15,20	=	4	18	6,0
=	11	17¾	16,7	4	3	20½	5,3
=	12	16¼	16,6	=	4	17¼	5,18
=	13	14½	15,17	4¼	3	20	5,0
1½	9	18½	13,21	=	4	16	5,8
=	10	16¾	13,23	4½	3	19½	4,21
=	11	15	13,18	=	4	14¾	4,22
1¾	7	10½	11,9	4¾	3	19	4,18
=	8	18	12,0	=	4	13½	4,12
=	9	16	12,0	5	3	18½	4,15
2	7	18½	10,19	5¼	2	21¼	4,13
=	8	16¼	10,20	=	3	17¾	4,11
2¼	5	20¾	8,16	5½	2	21	3,12
=	6	19	9,12	=	3	17	4,6
=	7	16¾	9,19	5¾	2	20½	3,10
2½	5	19¾	8,6	=	3	16¼	4,2
=	6	17¾	8,21	6	2	20	3,8
=	7	14¾	8,15	=	3	15¼	3,19
2¾	4	20¾	6,22				
=	5	18¾	7,20				
=	6	16	8,0				

Aus denselben Gründen folgt noch eine Tabelle zur **Bestimmung der Anzahl der Latten von verschiedener Stärke, welche aus freier Hand aus einem Sägeblocke von gegebenem mittlern Durchmesser geschnitten werden können.**

Latten.

Durchmesser des Blockes in Zollen.	Stückzahl der geschnittenen Latten von		
	1 und $2\frac{1}{8}$ Zoll im Quadrat.	$1\frac{1}{8}$ und $2\frac{1}{4}$ Zoll im Quadrat.	$1\frac{1}{4}$ und $2\frac{1}{4}$ Zoll im Quadrat.
12	30	20	18
13	32	24	24
14	32	28	24
15	40	32	30
16	40	40	32
17	50	40	40
18	50	45	40
19	60	50	48
20	66	60	54
21	72	66	60
22	84	72	66
23	91	78	72
24	98	84	77
	$1\frac{1}{4}$ und $2\frac{1}{2}$ Zoll im Quadrat.	$1\frac{1}{4}$ und 3 Zoll im Quadrat.	$1\frac{1}{2}$ und $1\frac{1}{2}$ Zoll im Quadrat.
12	18	12	20
13	18	18	24
14	24	18	30
15	24	24	36
16	32	24	42
17	32	32	49
18	40	32	49
19	45	36	56
20	50	40	64
21	54	45	72
22	60	50	80
23	66	55	90
24	72	60	90
	$1\frac{1}{2}$ und $2\frac{1}{2}$ Zoll im Quadrat.	$1\frac{1}{2}$ und 3 Zoll im Quadrat.	$1\frac{3}{4}$ und $1\frac{3}{4}$ Zoll im Quadrat.
12	12	12	10
13	18	12	20
14	18	18	24
15	24	18	24
16	25	24	30
17	30	24	36
18	35	28	42
19	40	32	42
20	42	35	48
21	45	40	56
22	50	40	56
23	54		64
24	60		72

Latten.

Durchmesser des Blockes in Zollen.	Stückzahl der geschnittenen Latten von		
	2 und 2 Zoll im Quadrat.	2 und $2^1/_2$ Zoll im Quadrat.	3 und 3 Zoll im Quadrat.
12	12	9	6
13	18	12	6
14	20	15	9
15	20	15	9
16	25	20	12
17	30	20	12
18	30	25	16
19	36	30	16
20	36	30	16
21	42	36	20
22	49	42	20
23	49	42	25
24	56	48	25

§. 9.

Berechnung des Kubikinhalts runder Hölzer und Klötzer.

Der Kubikinhalt eines runden Stammes aus der halben Summe des obern und untern Durchmessers — eben so nach einem Normalbaume — wie die Cotta'schen Tafeln eingerichtet sind, zu berechnen, ist jederzeit sehr trüglich und verwerflich. Die richtigste Berechnungsweise ist die, daß man den Stamm oder einen Theil desselben als einen Kegel betrachtet und dessen Kubikinhalt aus den gemessenen Durchmessern nach der bekannten stereometrischen Formel $K = {}^1/_{12}\, L\pi\, (D^2 + Dd + d^2)$, worin L die Stammlänge in Fußen, D den Durchmesser der untern, d denjenigen der obern Grundfläche und π die Ludolph'sche Zahl 3,1416 ausdrückt, berechnet.

Um nun den Kubikinhalt K eines senkrechten abgestumpften Holzes in Kubikfußen zu berechnen, wenn L die in Fußen ausgedrückte Stammlänge bezeichnet, so hat man, weil L Fuß = 12 L Zolle und 1728 Kubikzolle = 1 Kubikfuß ist

$$K = \frac{12 \times 3{,}1416\ L\ (D^2 + Dd + d^2)}{12 \times 1728}$$

oder, wenn man die Rechnung ausführt:

$$K = 0{,}00181805\ .\ .\ .\ L\ (D^2 + Dd + d^2).$$

Nach dieser zu Grunde gelegten Formel sind nun die folgenden Tafeln berechnet.

1) Die Tafel I. enthält die Factoren für die gemessenen Durchmesser, welche noch mit der Stammlänge in Fußen zu multipliciren sind, wenn man den Kubikinhalt des Stammes finden will.

2) Die Tafel II. enthält in der ersten Verticalspalte links jeder Seite die auf Taf. I. enthaltenen Factoren nach ihren Werthen geordnet. Wer nun der in I. angedeuteten Multiplication überhoben sein will, suche den in Tafel I. gefundenen Factor auch in Tafel II. auf und gehe damit in die unter Stammlänge angegebene Vertical-Columne ein, so findet sich der wahre Inhalt des Stammes in Kubikfußen angegeben.

Beispiel. Ein 28 Fuß langes Holz messe am obern Ende 13, am untern 25 Zoll im Durchmesser, welches ist sein Kubikinhalt?

Tafel I. giebt für 13 und 25 Zoll die Zahl 2,034 Kubikfuß zum Factor für 1 Fuß Stammlänge. Da nun aber das Holz 28 Fuß lang ist, so hat man diesen Factor 2,034 mit 28 zu multipliciren und erhält so $28 \times 2{,}034 = 56{,}95$ Kubikfuß als wahren Inhalt des Stammes.

Wer sich dieser Multiplication überheben will, der schlage Tafel II. diejenige Seite auf, deren erste Verticalspalte links diejenige Zahl enthält, welche man in Tafel I. gefunden hat. In unserem Beispiel also 2,034; gehe von da horizontal rechts fort in die Verticale, welche die gemessene Länge zeigt, die hier 28 Fuß ist, so findet sich, wie oben, der Kubikinhalt mit 56,96 Kubikfuß angegeben.

Beil. zu S. 20.

Unterer Durchmesser in Zollen.

	1	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	0,002										
2	0,013										
3	0,024										
4	0,038										
5	0,056										
6	0,078										
7	0,104										
8	0,133										
9	0,165										
10	0,202										
11	0,242										
12	0,285										
13	0,333										
14	0,384										
15	0,438										
16	0,496										
17	0,558										
18	0,624										
19	0,693										
20	0,765										
21	0,842	,405									
22	0,922	,527	2,640								
23	1,005	,642	2,762	2,885							
24	1,093	,765	2,887	3,013	3,142						
25	1,184	,893	3,016	3,143	3,274	3,409					
26	1,278	,023	3,149	3,278	3,411	3,547	3,687				
27	1,376	,157	3,285	3,416	3,551	3,689	3,831	3,978			
28	1,478	,296	3,425	3,558	3,694	3,834	3,978	4,125	4,276		
29	1,584	,438	3,569	3,703	3,842	3,983	4,129	4,278	4,431	4,587	
30	1,693	,583	3,716	3,852	3,992	4,136	4,283	4,434	4,589	4,747	4,909

Tafel II.

Länge des Stammes in Fußen.

Kubikinhalt von 1 Fuß Länge.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	40	50	60
	Kubikinhalt des Stammes.														
0,002	0,002	0,004	0,005	0,007	0,009	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,05	0,07	0,09	0,11
0,013	0,01	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,25	0,38	0,51	0,64	0,76
0,022	0,02	0,04	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	0,17	0,20	0,22	0,44	0,65	0,87	1,09	1,31
0,024	0,02	0,05	0,07	0,09	0,12	0,14	0,17	0,19	0,21	0,24	0,47	0,71	0,95	1,18	1,42
0,035	0,03	0,07	0,10	0,14	0,17	0,21	0,24	0,28	0,31	0,35	0,70	1,04	1,38	1,73	2,07
0,038	0,04	0,08	0,11	0,15	0,19	0,23	0,27	0,31	0,34	0,38	0,76	1,14	1,52	1,91	2,29
0,049	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,29	0,34	0,39	0,44	0,49	0,98	1,47	1,96	2,45	2,95
0,051	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,31	0,36	0,41	0,46	0,51	1,02	1,53	2,04	2,55	3,05
0,056	0,06	0,11	0,17	0,23	0,28	0,34	0,39	0,45	0,51	0,56	1,13	1,69	2,25	2,82	3,38
0,067	0,07	0,14	0,20	0,27	0,34	0,40	0,47	0,54	0,61	5,67	1,35	2,02	2,69	3,36	4,04
0,071	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35	0,43	0,50	0,57	0,64	0,71	1,42	2,13	2,84	3,55	4,25
0,078	0,08	0,16	0,23	0,31	0,39	0,47	0,55	0,63	0,70	0,78	1,56	2,35	3,13	3,91	4,69
0,087	0,09	0,17	0,26	0,35	0,44	0,52	0,61	0,70	0,79	0,87	1,75	2,62	3,49	4,36	5,24
0,089	0,09	0,18	0,27	0,36	0,45	0,53	0,62	0,71	0,80	0,89	1,78	2,67	3,56	4,45	5,35
0,095	0,09	0,19	0,28	0,38	0,47	0,57	0,66	0,76	0,85	0,95	1,89	2,84	3,78	4,73	5,67
0,104	0,10	0,21	0,31	0,41	0,52	0,62	0,73	0,83	0,93	1,04	2,07	3,11	4,15	5,18	6,22
0,111	0,11	0,22	0,33	0,44	0,55	0,67	0,78	0,89	1,00	1,11	2,22	3,33	4,44	5,45	6,65
0,115	0,11	0,23	0,34	0,46	0,57	0,69	0,80	0,92	1,03	1,15	2,29	3,44	4,58	5,73	6,87
0,122	0,12	0,24	0,37	0,49	0,61	0,73	0,85	0,97	1,10	1,22	2,44	3,65	4,87	6,09	7,31
0,133	0,13	0,27	0,40	0,53	0,66	0,80	0,93	1,06	1,19	1,33	2,65	3,98	5,31	6,64	7,96
0,136	0,14	0,27	0,41	9,55	0,68	0,82	0,95	1,09	1,23	1,36	2,73	4,09	5,45	6,82	8,18
0,138	0,14	0,28	0,41	0,55	0,69	0,83	0,97	1,11	1,24	1,38	2,76	4,15	5,53	6,91	8,29

Länge des Stammes in Fußen.

Kubikinhalt von 1 Fuß Länge.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	40	50	60
	Kubikinhalt des Stammes.														
0,144	0,14	0,29	0,43	0,57	0,72	0,86	1,01	1,15	1,29	1,44	2,87	4,31	5,75	7,18	8,62
0,153	0,15	0,31	0,46	0,61	0,76	0,92	1,07	1,22	1,37	1,53	3,05	4,58	6,11	7,64	9,16
0,165	0,16	0,33	0,50	0,66	0,83	0,99	1,16	1,32	1,49	1,65	3,31	4,96	6,62	8,27	9,93
0,169	0,17	0,34	0,51	0,68	0,85	1,01	1,18	1,35	1,52	1,69	3,38	5,07	6,76	8,45	10,14
0,176	0,18	0,35	0,53	0,71	0,88	1,06	1,23	1,41	1,59	1,76	3,53	5,29	7,05	8,82	10,58
0,187	0,19	0,37	0,56	0,75	0,94	1,12	1,31	1,50	1,69	1,87	3,75	5,62	7,49	9,36	11,24
0,196	0,20	0,39	0,59	0,79	0,98	1,18	1,37	1,57	1,77	1,96	3,93	5,89	7,85	9,82	11,78
0,200	0,20	0,40	0,60	0,79	0,99	1,19	1,40	1,59	1,78	1,98	3,96	5,95	7,93	9,91	11,89
0,202	0,20	0,40	0,61	0,81	1,01	1,21	1,41	1,61	1,82	2,02	4,04	6,05	8,07	10,09	12,11
0,203	0,20	0,41	0,61	0,81	1,02	1,22	1,43	1,63	1,83	2,04	4,07	6,11	8,14	10,18	12,22
0,213	0,21	0,43	0,64	0,85	1,06	1,28	1,49	1,70	1,91	2,13	4,25	6,38	8,51	10,64	12,76
0,225	0,23	0,45	0,68	0,90	1,13	1,35	1,58	1,80	2,03	2,25	4,51	6,76	9,02	11,27	13,53
0,231	0,23	0,46	0,69	0,92	1,15	1,39	1,62	1,85	2,08	2,31	4,62	6,93	9,24	11,54	13,85
0,235	0,23	0,47	0,70	0,94	1,17	1,41	1,64	1,88	2,11	2,35	4,69	7,04	9,38	11,73	14,07
0,242	0,24	0,48	0,73	0,97	1,21	1,45	1,69	1,93	2,18	2,42	4,84	7,25	9,67	12,09	14,51
0,253	0,25	0,51	0,76	1,01	1,26	1,52	1,77	2,02	2,27	2,53	5,05	7,58	10,11	12,64	15,16
0,267	0,27	0,53	0,80	1,07	1,34	1,60	1,87	2,14	2,41	2,67	5,35	8,02	10,69	13,36	16,03
0,269	0,27	0,54	0,81	1,08	1,35	1,61	1,88	2,15	2,42	2,69	5,38	8,07	10,76	13,45	16,14
0,275	0,27	0,55	0,82	1,10	1,37	1,65	1,92	2,20	2,47	2,75	5,49	8,24	10,98	13,73	16,47
0,284	0,28	0,57	0,85	1,13	1,42	1,70	1,99	2,27	2,55	2,84	5,67	8,51	11,34	14,18	17,02
0,285	0,29	0,57	0,86	1,14	1,43	1,71	2,00	2,28	2,57	2,85	5,71	8,56	11,42	14,27	17,13
0,296	0,30	0,59	0,89	1,19	1,48	1,78	2,07	2,37	2,67	2,96	5,93	8,89	11,85	14,82	17,78
0,307	0,31	0,61	0,92	1,23	1,54	1,84	2,15	2,46	2,77	3,07	6,15	9,22	12,29	15,36	18,44
0,311	0,31	0,62	0,93	1,24	1,55	1,87	2,18	2,49	2,80	3,11	6,22	9,33	12,44	15,54	18,65

0,313	0,31	0,63	0,94	1,25	1,56	1,88	2,19	2,50	2,81	3,13	6,25	9,38	12,51	15,64	18,76
0,318	0,32	0,64	0,95	1,27	1,59	1,91	2,23	2,55	2,86	3,18	6,36	9,54	12,73	15,91	19,09
0,329	0,33	0,66	0,99	1,32	1,65	1,97	2,30	2,63	2,96	3,29	6,58	9,87	13,16	16,45	19,74
0,333	0,33	0,67	1,00	1,33	1,66	2,00	2,33	2,66	2,99	3,33	6,65	9,98	13,31	16,64	19,96
0,344	0,34	0,69	1,03	1,37	1,72	2,06	2,41	2,75	3,09	3,44	6,87	10,31	13,74	17,18	20,62
0,349	0,35	0,70	1,05	1,40	1,75	2,09	2,44	2,79	3,14	3,49	6,98	10,47	13,96	17,45	20,94
0,351	0,35	0,70	1,05	1,40	1,75	2,11	2,46	2,81	3,16	3,51	7,02	10,53	14,04	17,54	21,05
8,356	0,36	0,71	1,07	1,43	1,78	2,14	2,49	2,85	3,21	3,56	7,13	10,69	14,25	17,82	21,38
0,362	0,36	0,72	1,08	1,45	1,81	2,17	2,53	2,89	3,26	3,62	7,24	10,85	14,47	18,09	21,71
0,365	0,37	0,73	1,10	1,46	1,83	2,19	2,56	2,92	3,29	3,65	7,31	10,96	14,62	18,27	21,93
0,378	0,38	0,76	1,13	1,51	1,89	2,27	2,65	3,03	3,40	3,78	7,56	11,34	15,13	18,91	22,69
0,384	0,38	0,77	1,15	1,53	1,92	2,30	2,69	3,07	3,45	3,84	7,67	11,50	15,34	19,18	23,02
0,395	0,39	0,79	1,18	1,58	1,97	2,37	2,76	3,16	3,55	3,95	7,89	11,84	15,78	19,73	23,67
0,398	0,40	0,80	1,19	1,59	1,99	2,39	2,79	3,19	3,58	3,98	7,96	11,94	15,93	19,91	23,89
0,405	0,41	0,81	1,22	1,62	2,03	2,43	2,84	3,24	3,65	4,05	8,11	12,16	16,22	20,27	24,33
0,415	0,41	0,83	1,24	1,66	2,07	2,49	2,90	3,32	3,73	4,15	8,29	12,44	16,58	20,73	24,87
0,416	0,42	0,83	1,25	1,67	2,08	2,50	2,91	3,33	3,75	4,16	8,33	12,49	16,65	20,82	24,98
0,431	0,43	0,86	1,29	1,72	2,15	2,59	3,02	3,45	3,88	4,31	8,62	12,93	17,24	21,54	25,85
0,438	0,44	0,88	1,31	1,75	2,19	2,63	3,07	3,51	3,94	4,38	8,76	13,14	17,53	21,91	26,29
0,442	0,44	0,88	1,33	1,77	2,21	2,65	3,09	3,53	3,98	4,42	8,84	13,25	17,67	22,09	26,51
0,444	0,44	0,89	1,33	1,77	2,22	2,66	3,11	3,55	3,99	4,44	8,87	13,31	17,74	22,18	26,62
0,449	0,45	0,90	1,35	1,80	2,25	2,69	3,14	3,59	4,04	4,49	8,98	13,47	17,96	22,45	26,94
0,458	0,46	0,92	1,37	1,83	2,29	2,75	3,21	3,67	4,12	4,58	9,16	13,74	18,33	22,91	27,49
0,471	0,47	0,94	1,41	1,88	2,35	2,83	3,30	3,77	4,24	4,71	9,42	14,13	18,84	23,54	28,25
0,487	0,49	0,97	1,46	1,95	2,44	2,92	3,41	3,90	4,39	4,87	9,74	14,62	19,49	24,36	29,23
0,493	0,49	0,99	1,48	1,97	2,46	2,96	3,45	3,94	4,43	4,93	9,85	14,78	19,71	24,63	29,56
0,496	0,50	0,99	1,49	1,99	2,48	2,98	3,47	3,97	4,47	4,96	9,93	14,89	19,85	24,82	29,78
0,504	0,50	1,01	1,51	2,01	2,52	3,02	3,53	4,03	4,53	5,04	10,07	15,11	20,14	25,18	30,22
0,507	0,51	1,01	1,52	2,03	2,54	3,04	3,55	4,06	4,57	5,07	10,14	15,22	20,29	25,36	30,43

Länge des Stammes in Fußen.

Kubikinhalt von 1 Fuß Länge.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	40	50	60
	Kubikinhalt des Stammes.														
0,529	0,53	1,06	1,59	2,12	2,65	3,17	3,70	4,23	4,76	5,29	10,58	15,87	21,16	26,45	31,74
0,531	0,53	1,06	1,59	2,12	2,65	3,19	3,72	4,25	4,78	5,31	10,62	15,93	21,23	26,54	31,85
0,545	0,55	1,09	1,64	2,18	2,73	3,27	3,82	4,36	4,91	5,45	10,91	16,36	21,82	27,27	32,72
0,547	0,55	1,09	1,64	2,19	2,74	3,28	3,83	4,38	4,93	5,47	10,94	16,42	21,89	27,36	32,83
0,553	0,55	1,11	1,66	2,21	2,76	3,32	3,87	4,42	4,97	5,53	11,05	16,58	22,11	27,63	33,16
0,558	0,56	1,12	1,67	2,23	2,79	3,35	3,91	4,47	5,02	5,58	11,16	16,74	22,33	27,91	33,49
0,562	0,56	1,12	1,69	2,25	2,81	3,37	3,93	4,49	5,06	5,62	11,24	16,85	22,47	28,09	33,71
0,569	0,57	1,14	1,71	2,28	2,85	3,42	3,99	4,56	5,13	5,69	11,39	17,08	22,78	28,47	34,17
0,575	0,57	1,15	1,72	2,30	2,87	3,45	4,02	4,60	5,17	5,75	11,49	17,24	22,98	28,73	34,47
0,591	0,59	1,18	1,77	2,36	2,95	3,55	4,14	4,73	5,32	5,91	11,82	17,73	23,63	29,54	35,45
0,595	0,59	1,19	1,78	2,38	2,97	3,57	4,16	4,76	5,35	5,95	11,90	17,85	23,80	29,75	35,70
0,602	0,60	1,20	1,81	2,41	3,01	3,61	4,21	4,81	5,42	6,02	12,03	18,05	24,07	30,09	36,11
0,605	0,61	1,21	1,82	2,42	3,03	3,63	4,24	4,84	5,45	6,05	12,11	18,16	24,22	30,27	36,32
0,611	0,61	1,22	1,83	2,44	3,05	3,67	4,28	4,89	5,50	6,11	12,22	18,33	24,43	30,54	36,65
0,613	0,61	1,23	1,84	2,45	3,06	3,68	4,29	4,90	5,51	6,13	12,25	18,38	24,51	30,63	36,76
0,624	0,62	1,25	1,87	2,49	3,12	3,74	4,37	4,99	5,61	6,24	12,47	18,71	24,94	31,18	37,42
0,634	0,63	1,27	1,90	2,54	3,17	3,81	4,44	5,08	5,71	6,34	12,69	19,03	25,38	31,72	38,07
0,638	0,64	1,28	1,91	2,55	3,19	3,83	4,47	5,11	5,74	6,38	12,76	19,14	25,53	31,91	38,29
0,656	0,66	1,31	1,97	2,63	3,28	3,94	4,59	5,25	5,91	6,56	13,13	19,69	26,25	32,82	39,38
0,660	0,66	1,32	1,98	2,64	3,30	3,96	4,62	5,28	5,94	6,60	13,20	19,80	26,40	33,00	39,60
0,662	0,66	1,32	1,99	2,65	3,31	3,97	4,63	5,29	5,96	6,62	13,24	19,85	26,47	33,09	39,71
0,667	0,67	1,33	2,00	2,67	3,34	4,00	4,67	5,34	6,01	6,67	13,34	20,02	26,69	33,36	40,03
0,676	0,68	1,35	2,03	2,71	3,38	4,06	4,73	5,41	6,09	6,76	13,53	20,29	27,05	33,82	40,58
0,678	0,68	1,36	2,03	2,71	3,39	4,07	4,75	5,43	6,10	6,78	13,56	20,34	27,13	33,91	40,69

0,689	0,69	1,38	2,07	2,76	3,45	4,13	4,82	5,51	6,20	6,89	13,78	20,67	27,56	34,45	41,34
0,693	0,69	1,39	2,08	2,77	3,46	4,16	4,85	5,54	6,23	6,93	13,85	20,78	27,70	34,63	41,56
0,704	0,70	1,41	2,11	2,81	3,52	4,22	4,93	5,63	6,33	7,04	14,07	21,11	28,14	35,18	42,22
0,705	0,71	1,41	2,12	2,82	3,53	4,23	4,94	5,64	6,35	7,05	14,11	21,16	28,22	35,27	42,32
0,721	0,72	1,44	2,17	2,89	3,61	4,33	5,05	5,77	6,50	7,22	14,44	21,65	28,87	36,09	43,31
0,725	0,73	1,45	2,18	2,90	3,63	4,35	5,08	5,80	6,53	7,25	14,51	21,76	29,02	36,27	43,52
0,733	0,73	1,47	2,20	2,93	3,66	4,40	5,13	5,86	6,59	7,33	14,65	21,98	29,31	36,63	43,96
0,744	0,74	1,49	2,23	2,97	3,72	4,46	5,21	5,95	6,69	7,44	14,87	22,31	29,74	37,18	44,61
0,749	0,75	1,50	2,25	3,00	3,75	4,49	5,24	5,99	6,74	7,49	14,98	22,47	29,96	37,45	44,94
0,758	0,76	1,52	2,27	3,03	3,79	4,55	5,31	6,07	6,82	7,58	15,16	22,74	30,33	37,91	45,49
0,765	0,77	1,53	2,30	3,06	3,83	4,59	5,36	6,12	6,89	7,65	15,31	22,96	30,62	38,27	45,92
0,776	0,78	1,55	2,33	3,11	3,88	4,66	5,43	6,21	6,99	7,76	15,53	23,29	31,05	38,82	46,58
0,785	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85	15,71	23,56	31,42	39,27	47,12
0,787	0,79	1,57	2,36	3,15	3,94	4,72	5,51	6,30	7,08	7.87	15,74	23,62	31,49	39,36	47,23
0,793	0,79	1,59	2,38	3,17	3,96	4,76	5,55	6,34	7,13	7,93	15,85	23,78	31,70	39,63	47,56
0,798	0,80	1,60	2,39	3,19	3,99	4,79	5,59	6,39	7,18	7,98	15,96	23,94	31,93	39,91	47,89
0,802	0,80	1,60	2,41	3,21	4,01	4,81	5,61	6,41	7,22	8,02	16,04	24,05	32,07	40,09	48,10
0,807	0,81	1,61	2,42	3,23	4,04	4,84	5,65	6,46	7,26	8,07	16,14	24,22	32,29	40,36	48,43
0,814	0,81	1,63	2,44	3,26	4,07	4,89	5,70	6,52	7,33	8,14	16,29	24,43	32,58	40,72	48,87
0,824	0,82	1,65	2,47	3,29	4,12	4,94	5,77	6,59	7,41	8,24	16,47	24,71	32,94	41,18	49,41
0,831	0,83	1,66	2,49	3,32	4,15	4,99	5,82	6,65	7,48	8,31	16,62	24,93	33,23	41,54	49,85
0,842	0,84	1,68	2,53	3,37	4,21	5,05	5,89	6,73	7,57	8,42	16,84	25,25	33,67	42,09	50,51
0,851	0,85	1,70	2,55	3,40	4,25	5,11	5,96	6,81	7,66	8,51	17,02	25,53	34,03	42,54	51,05
0,853	0,85	1,71	2,56	3,41	4,26	5,12	5,97	6,82	7,67	8,53	17,05	25,58	34,11	42,63	51,16
0,856	0,86	1,71	2,57	3,43	4,28	5,14	5,99	6,85	7,71	8,56	17,13	25,69	34,25	42,82	51,38
0,864	0,86	1,73	2,59	3,45	4,32	5,18	6,05	6,91	7,77	8,64	17,27	25,91	34,54	43,18	51,81
0,874	0,87	1,75	2,62	3,50	4,37	5,25	6,12	7,00	7,87	8,74	17,49	26,23	34,98	43,72	52,47
0,885	0,89	1,77	2,66	3,54	4,43	5,31	6,20	7,08	7,97	8,85	17,71	26,56	35,42	43,27	53,12
0,902	0,90	1,80	2,71	3,61	4,51	5,41	6,31	7,21	8,12	9,02	18,04	27,05	36,07	45,09	54,11

Länge des Stammes in Fußen.

Kubikinhalt von 1 Fuß Länge.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	40	50	60
	Kubikinhalt des Stammes.														
0,907	0,91	1,81	2,72	3,63	4,54	5,44	6,35	7,26	8,16	9,07	18,14	27,22	36,29	45,36	54,43
0,922	0,92	1,84	2,77	3,69	4,61	5,53	6,45	7,37	8,30	9,22	18,43	27,65	36,87	46,09	55,31
0,924	0,92	1,85	2,77	3,69	4,62	5,54	6,46	7,39	8,31	9,24	18,47	27,71	36,94	46,18	55,41
0,929	0,93	1,86	2,79	3,72	4,65	5,57	6,50	7,43	8,36	9,29	18,58	27,87	37,16	46,45	55,74
0,933	0,93	1,87	2,80	3,73	4,66	5,60	6,53	7,45	8,39	9,33	18,65	27,98	37,31	46,63	55,96
0,938	0,94	1,88	2,81	3,75	4,69	5,63	6,57	7,50	8,44	9,38	18,76	28,14	37,52	46,91	56,29
0,951	0,95	1,90	2,85	3,80	4,75	5,71	6,66	7,61	8,56	9,51	19,02	28,53	38,03	47,54	57,05
0,954	0,95	1,91	2,86	3,82	4,77	5,73	5,70	7,64	8,59	9,54	19,09	28,63	38,18	47,72	57,27
0,967	0,97	1,93	2,90	3,87	4,84	5,80	6,77	7,74	8,70	9,67	19,34	29,02	38,69	48,36	58,03
0,984	0,98	1,97	2,95	3,93	4,92	5,90	6,88	7,87	8,85	9,84	19,67	29,51	39,34	49,18	59,01
0,987	0,99	1,97	2,96	3,95	4,94	5,92	6,91	7,90	7,88	9,87	19,74	29,62	39,49	49,36	59,23
0,994	0,99	1,99	2,98	3,98	4,97	5,97	6,96	7,96	8,95	9,94	19,89	29,83	39,78	49,72	59,67
0,998	1,00	2,00	2,99	3,99	4,99	5,99	6,99	7,98	8,98	9,98	19,96	29,94	39,92	49,91	59,89
1,005	1,01	2,01	3,02	4,02	5,03	6,03	7,04	8,04	9,05	10,05	20,11	30,16	40,22	50,27	60,32
1,011	1,01	2,02	3,03	4,04	5,05	6,07	7,08	8,09	9,10	10,11	20,22	30,33	40,43	50,54	60,65
1,016	1,02	2,03	3,05	4,07	5,08	6,10	7,11	8,13	9,15	10,16	20,33	30,49	40,65	50,81	60,98
1,031	1,03	2,06	3,09	4,12	5,15	6,19	7,22	8,25	9,28	10,31	20,62	30,93	41,23	51,54	61,85
1,038	1,04	2,08	3,11	4,15	5,19	6,23	7,27	8,30	9,34	10,38	20,76	31,14	41,52	51,91	62,29
1,049	1,05	2,10	3,15	4,20	5,25	6,29	7,34	8,39	9,44	10,49	20,98	31,47	41,96	52,45	62,94
1,053	1,05	2,11	3,16	4,21	5,26	6,32	7,37	8,42	9,47	10,53	21,05	31,58	42,11	52,63	63,16
1,069	1,07	2,14	3,21	4,28	5,35	6,41	7,48	8,55	9,62	10,69	21,38	32,07	42,76	53,45	64,14
1,071	1,07	2,14	3,21	4,28	5,36	6,42	7,50	8,57	9,64	10,71	21,42	32,12	42,83	53,54	64,25
1,076	1,08	2,15	3,23	4,31	5,38	6,46	7,53	8,61	9,69	10,76	21,53	32,29	43,05	53,81	64,58
1,085	1,09	2,17	3,26	4,34	5,43	6,51	7,60	8,68	9,77	10,85	21,71	32,56	43,42	54,27	65,12

1,093	1,09	2,19	3,28	4,37	5,46	6,56	7,65	8,74	9,83	10,93	21,85	32,78	43,71	54,63	65,56
1,096	1,10	2,19	3,29	4,39	5,48	6,58	7,67	8,77	9,87	10,96	21,93	32,89	43,85	54,81	65,78
1,098	1,10	2,20	3,29	4,39	5,49	6,59	7,69	8,78	9,88	10,98	21,96	32,94	43,92	54,91	65,89
1,104	1,10	2,21	3,31	4,41	5,52	6,62	7,73	8,83	9,93	11,04	22,07	33,11	44,15	55,19	66,22
1,114	1,11	2,23	3,34	4,46	5,57	6,69	7,80	8,92	10,03	11,14	22,29	33,43	44,58	55,72	66,87
1,125	1,13	2,25	3,38	4,50	5,63	6,75	7,88	9,00	10,13	11,25	22,51	33,76	45,01	56,27	67,52
1,134	1,13	2,27	3,40	4,54	5,67	6,81	7,94	9,08	10,21	11,34	22,69	34,03	45,38	56,72	68,07
1,142	1,14	2,28	3,43	4,57	5,71	6,85	7,99	9,13	10,28	11,42	22,83	34,25	45,67	57,09	68,50
1,147	1,15	2,29	3,44	4,59	5,74	6,88	8,03	9,18	10,32	11,47	22,94	34,42	45,89	57,36	68,83
1,151	1,15	2,30	3,45	4,60	5,75	6,90	8,06	9,21	10,36	11,51	23,02	34,52	46,03	57,54	69,05
1,160	1,17	2,34	3,51	4,68	5,85	7,01	8,18	9,35	10,52	11,69	23,38	35,07	46,76	58,45	70,14
1,184	1,18	2,37	3,55	4,73	5,92	7,10	8,28	9,47	10,65	11,84	23,67	35,51	47,34	59,18	71,01
1,185	1,19	2,37	3,56	4,74	5,93	7,11	8,30	9,48	10,67	11,85	23,71	35,56	47,41	59,27	71,12
1,194	1,19	2,39	3,58	4,78	5,97	7,17	8,36	9,56	10,75	11,94	23,89	35,83	47,78	59,72	71,67
1,202	1,20	2,40	3,61	4,81	6,01	7,21	8,41	9,61	10,82	12,02	24,03	36,05	48,07	60,09	72,10
1,216	1,22	2,43	3,65	4,87	6,08	7,30	8,51	9,73	10,95	12,16	24,33	36,49	48,65	60,81	72,98
1,224	1,22	2,45	3,67	4,89	6,12	7,34	8,56	9,79	11,01	12,24	24,47	36,71	48,94	61,18	73,41
1,227	1,23	2,45	3,68	4,91	6,14	7,36	8,59	9,82	11,04	12,27	24,54	36,82	49,09	61,36	73,63
1,229	1,23	2,46	3,69	4,92	6,15	7,37	8,60	9,83	11,06	12,29	24,58	36,87	49,16	61,45	73,74
1,234	1,23	2,47	3,70	4,94	6,17	7,40	8,64	9,88	11,11	12,34	24,69	37,03	49,38	61,72	74,07
1,244	1,24	2,49	3,73	4,97	6,22	7,46	8,70	9,95	11,19	12,44	24,87	37,31	49,74	62,18	74,61
1,249	1,25	2,50	3,75	5,00	6,25	7,49	8,74	9,99	11,24	12,49	24,98	37,47	49,96	62,45	74,94
1,251	1,25	2,50	3,75	5,00	6,25	7,50	8,76	10,01	11,26	12,51	25,02	37,52	50,03	62,54	75,05
1,256	1,26	2,51	3,77	5,03	6,28	7,54	8,79	10,05	11,31	12,56	25,13	37,69	50,25	62,81	75,38
1,274	1,27	2,55	3,82	5,09	6,37	7,64	8,92	10,19	11,46	12,74	25,47	38,21	50,95	63,68	76,42
1,278	1,28	2,56	3,83	5,11	6,39	7,67	8,95	10,22	11,50	12,78	25,56	38,34	51,12	63,90	76,69
1,289	1,29	2,58	3,87	5,16	6,44	7,73	9,02	10,31	11,60	12,89	25,78	38,67	51,56	64,45	77,34
1,293	1,29	2,59	3,88	5,17	6,46	7,76	9,05	10,34	11,63	12,93	25,85	38,78	51,71	64,63	77,56
1,311	1,31	2,62	3,93	5,24	6,55	7,86	9,18	10,49	11,80	13,11	26,22	39,32	52,43	65,54	78,65

Länge des Stammes in Fußen.

Kubikinhalt von 1 Fuß Länge.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	40	50	60
	Kubikinhalt des Stammes.														
1,314	1,31	2,63	3,94	5,26	6,57	7,89	9,20	10,52	11,83	13,14	26,29	39,43	52,58	65,72	78,87
1,316	1,32	2,63	3,95	5,27	6,58	7,90	9,21	10,53	11,85	13,16	26,33	39,49	52,65	65,81	78,98
1,322	1,32	2,64	3,97	5,29	6,61	7,93	9,25	10,57	11,90	13,22	26,43	39,65	52,87	66,09	79,30
1,331	1,33	2,66	3,99	5,32	6,65	7,98	9,32	10,65	11,98	13,31	26,62	39,92	53,23	66,54	79,85
1,333	1,33	2,67	4,00	5,33	6,66	8,00	9,33	10,66	11,99	13,33	26,65	39,98	53,31	66,63	79,96
1,344	1,34	2,69	4,03	5,37	6,72	8,06	9,40	10,75	12,09	13,44	26,87	40,31	53,74	67,18	80,61
1,347	1,35	2,69	4,04	5,39	6,74	8,08	9,43	10,78	12,12	13,47	26,94	40,42	53,89	67,36	80,83
1,365	1,37	2,73	4,10	5,46	6,83	8,19	9,56	10,92	12,29	13,65	27,31	40,96	54,61	68,27	81,92
1,371	1,37	2,74	4,11	5,48	6,85	8,22	9,60	10,97	12,34	13,71	27,42	41,12	54,83	68,54	82,25
1,374	1,37	2,75	4,12	5,50	6,87	8,25	9,62	11,00	12,37	13,74	27,49	41,23	54,98	68,72	82,47
1,376	1,38	2,75	4,13	5,51	6,88	8,26	9,63	11,01	12,39	13,76	27,53	41,29	55,05	68,81	82,58
1,387	1,39	2,77	4,16	5,55	6,94	8,32	9,71	11,10	12,48	13,87	27,74	41,62	55,49	69,36	83,23
1,396	1,40	2,79	4,19	5,59	6,98	8,38	9,77	11,17	12,57	13,96	27,93	41,89	55,85	69,81	83,78
1,404	1,40	2,81	4,21	5,61	7,02	8,42	9,82	11,23	12,63	14,04	28,07	42,11	56,14	70,18	84,21
1,409	1,41	2,82	4,23	5,64	7,04	8,45	9,86	11,27	12,68	14,09	28,18	42,27	56,36	70,45	84,54
1,413	1,41	2,83	4,24	5,65	7,06	8,48	9,89	11,30	12,71	14,13	28,25	42,38	56,51	70,63	84,76
1,418	1,42	2,84	4,25	5,67	7,09	8,51	9,93	11,34	12,76	14,18	28,36	42,54	56,72	70,90	85,08
1,425	1,43	2,85	4,28	5,70	7,13	8,55	9,98	11,40	12,83	14,25	28,51	42,76	57,01	71,27	85,52
1,431	1,43	2,86	4,29	5,72	7,15	8,58	10,02	11,45	12,88	14,31	28,62	42,92	57,23	71,54	85,85
1,442	1,44	2,88	4,33	5,77	7,21	8,65	10,09	11,53	12,98	14,42	28,83	43,25	57,67	72,09	86,50
1,447	1,45	2,89	4,34	5,79	7,24	8,68	10,13	11,58	13,02	14,47	28,94	43,42	57,89	72,36	86,83
1,462	1,46	2,92	4,39	5,85	7,31	8,77	10,23	11,69	13,16	14,62	29,23	43,85	58,47	73,09	87,70
1,474	1,47	2,95	4,42	5,90	7,37	8,85	10,32	11,80	13,27	14,74	29,49	44,23	58,98	73,72	88,47
1,478	1,48	2,96	4,43	5,91	7,39	8,87	10,35	11,82	13,30	14,78	29,56	44,34	59,12	73,90	88,68

1,483	1,48	2,97	4,45	5,93	7,42	8,90	10,38	11,87	13,35	14,83	29,67	44,50	59,34	74,17	89,01
1,485	1,49	2,97	4,46	5,94	7,43	8,91	10,40	11,88	13,37	14,85	29,71	44,56	59,41	74,21	89,12
1,489	1,49	2,98	4,47	5,96	7,44	8,93	10,42	11,91	13,40	14,89	29,78	44,67	59,56	74,45	89,34
1,496	1,50	2,99	4,49	5,99	7,48	8,98	10,47	11,97	13,47	14,96	29,93	44,89	59,85	74,81	89,78
1,507	1,51	3,01	4,52	6,03	7,54	9,04	10,55	12,06	13,56	15,07	30,14	45,21	60,29	75,36	90,43
1,511	1,51	3,02	4,53	6,04	7,55	9,06	10,58	12,09	13,60	15,11	30,22	45,32	60,43	75,54	90,65
1,513	1,51	3,03	4,54	6,05	7,56	9,08	10,59	12,10	13,61	15,13	30,25	45,38	60,50	75,63	90,76
1,522	1,52	3,04	4,57	6,09	7,61	9,13	10,65	12,17	13,70	15,22	30,43	45,65	60,87	76,09	91,30
1,534	1,53	3,07	4,60	6,14	7,67	9,21	10,74	12,28	13,81	15,34	30,69	46,03	61,38	76,72	92,07
1,540	1,54	3,08	4,62	6,16	7,70	9,24	10,78	12,32	13,86	15,40	30,80	46,20	61,60	76,99	92,39
1,544	1,54	3,09	4,63	6,17	7,72	9,26	10,80	12,35	13,89	15,44	30,87	46,31	61,74	77,18	92,61
1,551	1,55	3,10	4,65	6,20	7,75	9,30	10,86	12,41	13,96	15,51	31,02	46,52	62,03	77,54	93,05
1,562	1,56	3,12	4,69	6,25	7,81	9,37	10,93	12,49	14,06	15,62	31,23	46,85	62,47	78,09	93,70
1,576	1,58	3,15	4,73	6,30	7,88	9,46	11,03	12,61	14,19	15,76	31,52	47,29	63,05	78,81	94,57
1,578	1,58	3,16	4,73	6,31	7,89	9,47	11,05	12,62	14,20	15,78	31,56	47,34	63,12	78,90	94,68
1,584	1,58	3,17	4,75	6,33	7,92	9,50	11,08	12,67	14,25	15,84	31,67	47,51	63,34	79,18	95,01
1,587	1,59	3,17	4,76	6,35	7,94	9,52	11,11	12,70	14,28	15,87	31,74	47,61	63,49	79,36	95,23
1,593	1,59	3,19	4,78	6,37	7,96	9,56	11,15	12,74	14,33	15,93	31,85	47,78	63,70	79,63	95,56
1,594	1,59	3,19	4,78	6,38	7,97	9,57	11,16	12,76	14,35	15,94	31,89	47,83	63,78	79,72	95,62
1,605	1,61	3,21	4,82	6,42	8,03	9,63	11,24	12,84	14,45	16,05	32,11	48,16	64,21	80,27	96,32
1,616	1,62	3,23	4,85	6,46	8,08	9,70	11,31	12,93	14,55	16,16	32,32	48,49	64,65	80,81	96,98
1,622	1,62	3,24	4,87	6,49	8,11	9,73	11,35	12,97	14,60	16,22	32,43	48,65	64,87	81,09	97,30
1,642	1,64	3,28	4,93	6,57	8,21	9,85	11,49	13,13	14,78	16,42	32,83	49,25	65,67	82,08	98,50
1,649	1,65	3,30	4,95	6,60	8,24	9,89	11,54	13,19	14,84	16,49	32,98	49,47	65,96	82,45	98,94
1,658	1,66	3,32	4,97	6,63	8,29	9,95	11,61	13,26	14,92	16,58	33,16	49,74	66,32	82,90	99,48
1,665	1,67	3,33	5,00	6,66	8,33	9,99	11,66	13,32	14,99	16,65	33,31	49,96	66,61	83,27	99,92
1,671	1,67	3,34	5,01	6,68	8,35	10,02	11,70	13,37	15,04	16,71	33,41	50,12	66,83	83,54	100,25
1,674	1,67	3,35	5,02	6,70	8,37	10,05	11,72	13,40	15,07	16,74	33,49	50,23	66,98	83,72	100,47
1,682	1,68	3,36	5,05	6,73	8,41	10,09	11,77	13,45	15,14	16,82	33,63	50,45	67,27	84,08	100,90

Länge des Stammes in Fußen.

Kubikinhalt von 1 Fuß Länge.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	40	50	60
	Kubikinhalt des Stammes.														
1,685	1,69	3,37	5,06	6,74	8,43	10,11	11,80	13,48	15,17	16,85	33,71	50,56	67,41	84,27	101,11
1,693	1,69	3,39	5,08	6,77	8,46	10,15	11,85	13,54	15,23	16,93	33,85	50,78	67,70	84,63	101,56
1,704	1,70	3,41	5,11	6,81	8,52	10,22	11,92	13,63	15,33	17,04	34,07	51,11	68,14	85,18	102,21
1,707	1,71	3,41	5,12	6,83	8,54	10,24	11,95	13,66	15,36	17,07	34,14	51,21	68,29	85,36	102,43
1,724	1,72	3,45	5,17	6,89	8,62	10,34	12,06	13,79	15,51	17,24	34,47	51,71	68,94	86,18	103,41
1,725	1,73	3,45	5,18	6,90	8,63	10,35	12,08	13,80	15,53	17,25	34,51	51,76	69,01	86,27	103,52
1,747	1,75	3,49	5,24	6,99	8,74	10,48	12,23	13,98	15,72	17,47	34,94	52,41	69,89	87,36	104,83
1,753	1,75	3,51	5,26	7,01	8,76	10,52	12,27	14,02	15,77	17,53	35,05	52,58	70,10	87,63	105,16
1,758	1,76	3,52	5,27	7,03	8,79	10,55	12,31	14,06	15,82	17,58	35,16	52,74	70,32	87,90	105,48
1,767	1,77	3,53	5,30	7,07	8,84	10,60	12,37	14,14	15,90	17,67	35,34	53,01	70,69	88,36	106,03
1,769	1,77	3,54	5,31	7,08	8,84	10,61	12,38	14,15	15,92	17,69	35,38	53,07	70,76	88,45	106,14
1,773	1,77	3,55	5,32	7,09	8,86	10,64	12,41	14,18	15,95	17,73	35,45	53,18	70,90	88,63	106,36
1,774	1,77	3,55	5,32	7,10	8,87	10,65	12,42	14,20	15,97	17,74	35,49	53,23	70,98	88,72	106,47
1,784	1,78	3,57	5,35	7,13	8,92	10,70	12,48	14,27	16,05	17,84	35,67	53,51	71,34	89,18	107,01
1,796	1,80	3,59	5,39	7,18	8,98	10,78	12,57	14,37	16,17	17,96	35,92	53,89	71,85	89,81	107,77
1,800	1,80	3,60	5,40	7,20	9,00	10,80	12,60	14,40	16,20	18,00	36,00	54,00	72,00	90,00	108,01
1,813	1,81	3,63	5,44	7,25	9,06	10,88	12,69	14,50	16,31	18,13	36,25	54,38	72,50	90,63	108,76
1,816	1,82	3,63	5,45	7,26	9,08	10,90	12,71	14,53	16,35	18,16	36,32	54,49	72,65	90,81	108,97
1,833	1,83	3,67	5,50	7,33	9,16	11,00	12,83	14,66	16,49	18,33	36,65	54,98	73,30	91,63	109,96
1,834	1,83	3,67	5,50	7,34	9,17	11,01	12,84	14,68	16,51	18,34	36,69	55,03	73,38	91,72	110,06
1,838	1,84	3,68	5,51	7,35	9,19	11,03	12,87	14,70	16,54	18,38	36,76	55,14	73,52	91,90	110,28
1,856	1,86	3,71	5,57	7,42	9,28	11,14	12,99	14,85	16,71	18,56	37,12	55,69	74,25	92,81	111,37
1,867	1,87	3,73	5,60	7,47	9,34	11,20	13,07	14,94	16,80	18,67	37,34	56,01	74,69	93,36	112,03
1,871	1,87	3,74	5,61	7,48	9,35	11,22	13,10	14,97	16,84	18,71	37,42	56,12	74,83	93,54	112,25

1,878	1,88	3,76	5,63	7,51	9,39	11,27	13,15	15,02	16,90	18,78	37,56	56,34	75,12	93,90	112,68
1,884	1,88	3,77	5,65	7,53	9,42	11,30	13,18	15,07	16,95	18,84	37,67	56,51	75,34	94,18	113,01
1,889	1,89	3,78	5,67	7,56	9,44	11,33	13,22	15,11	17,00	18,89	37,78	56,67	75,56	94,45	113,34
1,903	1,90	3,81	5,71	7,61	9,52	11,42	13,32	15,23	17,13	19,03	38,07	57,10	76,14	95,17	114,21
1,911	1,91	3,82	5,73	7,64	9,55	11,46	13,38	15,29	17,20	19,11	38,22	57,32	76,43	95,54	114,65
1,914	1,91	3,83	5,74	7,66	9,57	11,49	13,40	15,32	17,23	19,14	38,29	57,43	76,58	95,72	114,86
1,922	1,92	3,84	5,76	7,69	9,61	11,53	13,45	15,37	17,30	19,22	38,43	57,65	76,87	96,08	115,30
1,943	1,94	3,89	5,83	7,77	9,72	11,66	13,60	15,55	17,49	19,43	38,87	58,30	77,74	97,17	116,61
1,949	1,95	3,90	5,85	7,80	9,74	11,69	13,64	15,59	17,54	19,49	38,98	58,47	77,96	97,45	116,94
1,954	1,95	3,91	5,86	7,82	9,77	11,73	13,68	15,64	17,59	19,54	39,09	58,63	78,18	97,72	117,26
1,969	1,97	3,94	5,91	7,88	9,84	11,81	13,78	15,75	17,72	19,69	39,38	59,07	78,76	98,45	118,14
1,971	1,97	3,94	5,91	7,88	9,85	11,82	13,80	15,77	17,74	19,71	39,42	59,12	78,83	98,54	118,25
1,976	1,98	3,95	5,93	7,90	9,88	11,86	13,83	15,81	17,79	19,76	39,52	59,29	79,05	98,81	118,57
1,985	1,99	3,97	5,96	7,94	9,93	11,91	13,90	15,88	17,87	19,85	39,71	59,56	79,41	99,27	119,12
1,987	1,99	3,97	5,96	7,95	9,94	11,92	13,91	15,90	17,88	19,87	39,74	59,61	79,49	99,36	119,23
1,998	2,00	4,00	6,00	7,99	9,99	11,99	13,99	15,98	17,98	19,98	39,96	59,94	79,92	99,90	119,88
2,014	2,01	4,03	6,04	8,06	10,07	12,09	14,10	16,12	18,13	20,14	40,29	60,43	80,58	100,72	120,86
2,029	2,03	4,06	6,09	8,12	10,14	12,17	14,20	16,23	18,26	20,29	40,58	60,87	81,16	101,45	121,74
2,031	2,03	4,06	6,09	8,12	10,15	12,18	14,22	16,25	18,28	20,31	40,62	60,92	81,23	101,54	121,85
2,034	2,03	4,07	6,10	8,14	10,17	12,21	14,24	16,28	18,31	20,34	40,69	61,03	81,38	101,72	122,06
2,058	2,06	4,12	6,17	8,23	10,29	12,35	14,41	16,46	18,52	20,58	41,16	61,74	82,32	102,90	123,48
2,067	2,07	4,13	6,20	8,27	10,34	12,40	14,47	16,54	18,60	20,67	41,34	62,01	82,69	103,36	124,03
2,074	2,07	4,15	6,22	8,30	10,37	12,45	14,52	16,60	18,67	20,74	41,49	62,23	82,98	103,72	124,46
2,078	2,08	4,16	6,23	8,31	10,39	12,47	14,54	16,62	18,70	20,78	41,56	62,33	83,11	103,89	124,67
2,085	2,09	4,17	6,26	8,34	10,43	12,51	14,60	16,68	18,77	20,85	41,71	62,56	83,41	104,27	125,12
2,096	2,10	4,19	6,29	8,38	10,48	12,58	14,67	16,77	18,87	20,96	41,92	62,89	83,85	104,81	125,77
2,107	2,11	4,21	6,32	8,43	10,54	12,64	14,75	16,86	18,96	21,07	42,14	63,21	84,28	105,36	126,43
2,111	2,11	4,22	6,33	8,44	10,55	12,66	14,78	16,89	19,00	21,11	42,22	63,32	84,43	105,54	126,65
2,116	2,12	4,23	6,35	8,46	10,58	12,70	14,81	16,93	19,05	21,16	42,32	63,49	84,65	105,81	126,97

Länge des Stammes in Fußen.

Kubikinhalt von 1 Fuß Länge.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	40	50	60
	Kubikinhalt des Stammes.														
2,129	2,13	4,26	6,39	8,52	10,64	12,77	14,90	17,03	19,16	21,29	42,58	63,87	85,16	106,45	127,74
2,151	2,15	4,30	6,45	8,60	10,75	12,90	15,06	17,21	19,36	21,51	43,02	64,52	86,03	107,54	129,05
2,176	2,18	4,35	6,53	8,70	10,88	13,06	15,23	17,41	19,59	21,76	43,52	65,29	87,05	108,81	130,57
2,182	2,18	4,36	6,54	8,73	10,91	13,09	15,26	17,45	19,63	21,82	43,63	65,45	87,27	109,08	130,90
2,183	2,18	4,37	6,55	8,73	10,92	13,10	15,28	17,47	19,65	21,83	43,67	65,50	87,34	109,17	131,01
2,189	2,19	4,38	6,57	8,76	10,94	13,13	15,32	17,51	19,70	21,89	43,78	65,67	87,56	109,45	131,34
2,205	2,21	4,41	6,62	8,82	11,03	13,23	15,44	17,64	19,85	22,05	44,11	66,16	88,21	110,03	132,32
2,211	2,21	4,42	6,63	8,84	11,05	13,26	15,48	17,69	19,90	22,11	44,21	66,32	88,43	110,54	132,64
2,218	2,22	4,44	6,65	8,87	11,09	13,31	15,53	17,74	19,96	22,18	44,36	66,54	88,72	110,90	133,08
2,227	2,23	4,45	6,68	8,91	11,14	13,36	15,59	17,82	20,04	22,27	44,54	66,81	89,08	111,36	133,63
2,238	2,24	4,48	6,71	8,95	11,19	13,43	15,67	17,90	20,14	22,38	44,76	67,14	89,52	111,90	134,28
2,247	2,25	4,49	6,74	8,99	11,24	13,48	15,73	17,98	20,22	22,47	44,94	67,41	89,88	112,36	134,83
2,271	2,27	4,54	6,81	9,08	11,35	13,62	15,90	18,17	20,44	22,71	45,41	68,12	90,83	113,54	136,24
2,274	2,27	4,55	6,82	9,10	11,37	13,65	15,92	18,20	20,47	22,74	45,49	68,23	90,98	113,72	136,46
2,293	2,29	4,59	6,88	9,17	11,46	13,76	16,05	18,34	20,63	22,93	45,85	68,78	91,70	114,63	137,55
2,296	2,30	4,59	6,89	9,18	11,48	13,78	16,07	18,37	20,67	22,96	45,92	68,89	91,85	114,81	137,77
2,298	2,30	4,60	6,89	9,19	11,49	13,79	16,09	18,38	26,68	22,98	45,96	68,94	91,92	114,90	137,88
2,303	2,30	4,61	6,91	9,21	11,52	13,82	16,12	18,43	20,73	23,03	46,07	69,10	92,14	115,17	138,21
2,314	2,31	4,63	6,94	9,26	11,57	13,89	16,20	18,52	20,83	23,14	46,29	69,43	92,58	115,72	138,86
2,329	2,33	4,66	6,99	9,32	11,64	13,97	16,30	18,63	20,96	23,29	46,58	69,87	93,16	116,45	139,74
2,347	2,35	4,69	7,04	9,39	11,74	14,08	16,43	18,78	21,12	23,47	46,94	70,41	93,88	117,36	140,83
2,363	2,36	4,73	7,09	9,45	11,82	14,18	16,54	18,91	21,27	23,63	47,27	70,90	94,54	118,17	141,81
2,369	2,37	4,74	7,11	9,48	11,84	14,21	16,58	18,95	21,32	23,69	47,38	71,07	94,76	118,45	142,14
2,402	2,40	4,80	7,20	9,61	12,01	14,41	16,81	19,21	21,61	24,02	48,03	72,05	96,07	120,08	144,10

2,405	2,41	4,81	7,22	9,62	12,03	14,43	16,84	19,24	21,65	24,05	48,11	72,16	96,21	120,26	144,32
2,407	2,41	4,81	7,22	9,63	12,04	14,44	16,85	19,26	21,66	24,07	48,14	72,21	96,28	120,35	144,43
2,413	2,41	4,83	7,24	9,65	12,06	14,48	16,89	19,30	21,71	24,13	48,25	72,38	96,50	120,63	144,75
2,422	2,42	4,84	7,26	9,69	12,11	14,53	16,95	19,37	21,79	24,22	48,43	72,65	96,86	121,08	145,30
2,423	2,42	4,85	7,27	9,69	12,12	14,54	16,96	19,39	21,81	24,23	48,47	72,70	96,94	121,17	145,41
2,434	2,43	4,87	7,30	9,74	12,17	14,61	17,04	19,47	21,91	24,34	48,69	73,03	97,37	121,72	146,06
2,451	2,45	4,90	7,35	9,80	12,25	14,70	17,16	19,61	22,06	24,51	49,01	73,52	98,03	122,54	147,04
2,456	2,46	4,91	7,37	9,82	12,28	14,74	17,19	19,65	22,11	24,56	49,12	73,68	98,25	122,81	147,37
2,471	2,47	4,94	7,41	9,88	12,35	14,82	17,30	19,77	22,24	24,71	49,41	74,12	98,83	123,54	148,24
2,494	2,49	4,99	7,48	9,98	12,47	14,97	17,46	19,95	22,45	24,94	49,89	74,83	99,77	124,72	149,66
2,522	2,52	5,04	7,56	10,09	12,61	15,13	17,65	20,17	22,69	25,22	50,43	75,65	100,87	126,08	151,30
2,525	2,53	5,05	7,58	10,10	12,63	15,15	17,68	20,20	22,73	25,25	50,51	75,76	101,01	126,26	151,52
2,527	2,53	5,05	7,58	10,11	12,63	15,16	17,69	20,21	22,74	25,27	50,53	75,80	101,07	126,33	151,60
2,533	2,53	5,07	7,60	10,13	12,66	15,20	17,73	20,26	22,79	25,33	50,65	75,98	101,30	126,63	151,95
2,543	2,54	5,09	7,63	10,17	12,72	15,26	17,80	20,35	22,89	25,43	50,87	76,30	101,74	127,17	152,61
2,553	2,55	5,11	7,66	10,21	12,76	15,32	17,87	20,42	22,97	25,53	51,05	76,58	102,10	127,63	153,15
2,558	2,56	5,11	7,67	10,23	12,79	15,35	17,91	20,46	23,02	25,58	51,16	76,74	102,32	127,90	153,48
2,576	2,58	5,15	7,73	10,30	12,88	15,46	18,03	20,61	23,19	25,76	51,52	77,29	103,05	128,81	154,57
2,598	2,60	5,20	7,79	10,39	12,99	15,59	18,19	20,78	23,38	25,98	51,96	77,94	103,92	129,90	155,88
2,623	2,62	5,25	7,87	10,49	13,12	15,74	18,36	20,99	23,61	26,23	52,47	78,70	104,94	131,17	157,41
2,640	2,64	5,28	7,92	10,56	13,20	15,84	18,48	21,12	23,76	26,40	52,80	79,19	105,59	131,99	158,39
2,642	2,64	5,28	7,92	10,57	13,21	15,85	18,49	21,13	23,77	26,42	52,83	79,25	105,67	132,08	158,50
2,647	2,65	5,29	7,94	10,59	13,24	15,88	18,53	21,18	23,82	26,47	52,94	79,41	105,88	132,35	158,82
2,653	2,65	5,31	7,96	10,61	13,26	15,92	18,57	21,22	23,87	26,53	53,05	79,58	106,10	132,63	159,15
2,656	2,66	5,31	7,97	10,62	13,28	15,94	18,59	21,25	23,91	26,56	53,12	79,68	106,25	132,81	159,37
2,669	2,67	5,34	8,01	10,68	13,34	16,01	18,68	21,35	24,02	26,69	53,38	80,07	106,76	133,44	160,13
2,685	2,69	5,37	8,06	10,74	13,43	16,11	18,80	21,48	24,17	26,85	53,71	80,56	107,41	134,26	161,12
2,705	2,71	5,41	8,12	10,82	13,53	16,23	18,94	21,64	24,35	27,05	54,11	81,16	108,21	135,26	162,32
2,729	2,73	5,46	8,19	10,92	13,64	16,37	19,10	21,83	24,56	27,29	54,58	81,87	109,16	136,44	163,73

Länge des Stammes in Fußen.

Kubikinhalt von 1 Fuß Länge.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	40	50	60
	Kubikinhalt des Stammes.														
2,756	2,76	5,51	8,27	11,02	13,78	16,54	19,29	22,05	24,81	27,56	55,12	82,68	110,25	137,81	165,37
2,762	2,76	5,52	8,28	11,05	13,81	16,57	19,33	22,09	24,85	27,62	55,23	82,85	110,46	138,08	165,70
2,765	2,77	5,53	8,30	11,06	13,83	16,59	19,36	22,12	24,89	27,65	55,31	82,96	110,61	138,26	165,92
2,773	2,77	5,55	8,32	11,09	13,86	16,64	19,41	22,18	24,95	27,73	55,45	83,18	110,90	138,63	166,35
2,783	2,78	5,57	8,35	11,13	13,92	16,70	19,48	22,27	25,05	27,83	55,67	83,50	111,34	139,17	167,01
2,798	2,80	5,60	8,39	11,19	13,99	16,79	19,59	22,38	25,18	27,98	55,96	83,94	111,92	139,90	167,88
2,816	2,82	5,63	8,45	11,26	14,08	16,90	19,71	22,53	25,35	28,16	56,32	84,48	112,65	140,81	168,97
2,838	2,84	5,68	8,51	11,35	14,19	17,03	19,87	22,70	25,54	28,38	56,76	85,14	113,52	141,90	170,28
2,863	2,86	5,73	8,59	11,45	14,32	17,18	20,04	22,91	25,77	28,63	57,27	85,90	114,54	143,17	171,81
2,885	2,89	5,77	8,66	11,54	14,43	17,31	20,20	23,08	25,97	28,85	57,70	86,56	115,41	144,26	173,11
2,887	2,89	5,77	8,66	11,55	14,44	17,32	20,21	23,10	25,98	28,87	57,74	86,61	115,48	144,35	173,22
2,893	2,89	5,79	8,68	11,57	14,46	17,36	20,25	23,14	26,03	28,93	57,85	86,78	115,70	144,63	173,55
2,902	2,90	5,80	8,70	11,61	14,51	17,41	20,31	23,21	26,11	29,02	58,03	87,05	116,06	145,08	174,10
2,914	2,91	5,83	8,74	11,66	14,57	17,49	20,40	23,31	26,23	29,14	58,29	87,43	116,57	145,72	174,86
2,931	2,93	5,86	8,79	11,72	14,65	17,58	20,51	23,45	26,38	29,31	58,61	87,92	117,23	146,53	175,84
2,951	2,95	5,90	8,85	11,80	14,75	17,70	20,65	23,61	26,56	29,51	59,01	88,52	118,03	147,53	177,04
2,974	2,97	5,95	8,92	11,90	14,87	17,85	20,82	23,79	26,77	29,74	59,49	89,23	118,97	148,72	178,46
3,013	3,01	6,03	9,04	12,05	15,06	18,08	21,09	24,10	27,11	30,13	60,25	90,38	120,50	150,63	180,75
3,016	3,02	6,03	9,05	12,06	15,08	18,10	21,11	24,13	27,15	30,16	60,32	90,48	120,65	150,81	180,97
3,023	3,02	6,05	9,07	12,09	15,12	18,14	21,16	24,19	27,21	30,23	60,47	90,70	120,94	151,17	181,41
3,034	3,03	6,07	9,10	12,14	15,17	18,21	21,24	24,27	27,31	30,34	60,69	91,03	121,37	151,72	182,06
3,049	3,05	6,10	9,15	12,20	15,24	18,29	21,34	24,39	27,44	30,49	60,98	91,47	121,95	152,44	182,93
3,067	3,07	6,13	9,20	12,27	15,34	18,40	21,47	24,54	27,60	30,67	61,34	92,01	122,68	153,35	184,02
3,089	3,09	6,18	9,27	12,36	15,44	18,53	21,62	24,71	27,80	30,98	61,78	92,67	123,55	154,44	185,33

3,142	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,85	21,99	25,13	28,27	31,42	62,83	94,25	125,66	157,08	188,50
3,143	3,14	6,29	9,43	12,57	15,72	18,86	22,00	25,15	28,29	31,43	62,87	94,30	125,74	157,17	188,60
3,149	3,15	6,30	9,45	12,60	15,74	18,89	22,04	25,19	28,34	31,49	62,98	94,47	125,95	157,44	188,93
3,158	3,16	6,32	9,47	12,63	15,79	18,95	22,11	25,26	28,42	31,58	63,16	94,74	126,32	157,90	189,48
3,171	3,17	6,34	9,51	12,68	15,85	19,02	22,19	25,37	28,54	31,71	63,41	95,12	126,83	158,53	190,24
3,187	3,19	6,37	9,56	12,75	15,94	19,12	22,31	25,50	28,68	31,87	63,74	95,61	127,48	159,35	191,22
3,207	3,21	6,41	9,62	12,83	16,04	19,24	22,45	25,66	28,86	32,07	64,14	96,21	128,28	160,35	192,42
3,274	3,27	6,55	9,82	13,10	16,37	19,65	22,92	26,19	29,47	32,74	65,49	98,23	130,97	163,72	196,46
3,278	3,28	6,56	9,83	13,11	16,39	19,67	22,95	26,22	29,50	32,78	65,56	98,34	131,12	163,90	196,68
3,285	3,29	6,57	9,86	13,14	16,43	19,71	23,00	26,28	29,57	32,85	65,70	98,56	131,41	164,26	197,11
3,296	3,30	6,59	9,89	13,18	16,48	19,78	23,07	26,37	29,67	32,96	65,92	98,88	131,84	164,81	197,77
3,311	3,31	6,62	9,93	13,24	16,55	19,86	23,17	26,49	29,80	33,11	66,21	99,32	132,43	165,53	198,64
3,329	3,33	6,66	9,99	13,32	16,64	19,97	23,30	26,63	29,96	33,29	66,58	99,87	133,15	166,44	199,73
3,409	3,41	6,82	10,23	13,64	17,04	20,45	23,86	27,27	30,68	34,09	68,18	102,27	136,35	170,44	204,53
3,411	3,41	6,82	10,23	13,64	17,05	20,46	23,87	27,29	30,70	34,11	68,21	102,32	136,43	170,53	204,64
3,416	3,42	6,83	10,25	13,66	17,08	20,50	23,91	27,33	30,75	34,16	68,32	102,48	136,64	170,81	204,97
3,425	3,43	6,85	10,28	13,70	17,13	20,55	23,98	27,40	30,83	34,25	68,50	102,76	137,01	171,26	205,51
3,438	3,44	6,88	10,31	13,75	17,19	20,63	24,07	27,50	30,94	34,38	68,76	103,14	137,52	171,90	206,28
3,454	3,45	6,91	10,36	13,82	17,27	20,73	24,18	27,63	31,09	34,54	69,09	103,63	138,17	172,71	207,26
3,547	3,55	7,09	10,64	14,19	17,74	21,28	24,83	28,38	31,92	35,47	70,94	106,41	141,88	177,35	212,82
3,551	3,55	7,10	10,65	14,20	17,75	21,30	24,85	28,41	31,96	35,51	71,01	106,52	142,03	177,53	213,04
3,558	3,56	7,12	10,67	14,23	17,79	21,35	24,91	28,46	32,02	35,58	71,16	106,74	142,32	177,90	213,48
3,569	3,57	7,14	10,71	14,28	17,84	21,41	24,98	28,55	32,12	35,69	71,38	107,06	142,75	178,44	214,13
3,583	3,58	7,17	10,75	14,33	17,92	21,50	25,08	28,67	32,25	35,83	71,67	107,50	143,34	179,17	215,00
3,687	3,69	7,37	11,06	14,75	18,44	22,12	25,81	29,50	33,18	36,87	73,74	110,61	147,48	184,35	221,22
3,689	3,69	7,38	11,07	14,76	18,44	22,13	25,82	29,51	33,20	36,89	73,78	110,66	147,55	184,44	221,33
3,694	3,69	7,39	11,08	14,78	18,47	22,17	25,86	29,55	33,25	36,94	73,89	110,83	147,77	184,71	221,66
3,703	3,70	7,41	11,11	14,81	18,52	22,22	25,92	29,63	33,33	37,03	74,07	111,10	148,13	185,17	222,20
3,716	3,72	7,43	11,15	14,86	18,58	22,30	26,01	29,73	33,44	37,16	74,32	111,48	148,64	185,80	222,97

Länge des Stammes in Fußen.

Kubikinhalt von 1 Fuß Länge.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	40	50	60
	Kubikinhalt des Stammes.														
3,831	3,83	7,66	11,49	15,32	19,15	22,98	26,81	30,65	34,48	38,31	76,61	114,92	153,23	191,53	229,84
3,834	3,83	7,67	11,50	15,34	19,17	23,01	26,84	30,67	34,51	38,34	76,69	115,03	153,37	191,71	230,06
3,842	3,84	7,68	11,52	15,37	19,21	23,05	26,89	30,73	34,57	38,42	76,83	115,25	153,66	192,08	230,49
3,852	3,85	7,70	11,56	15,41	19,26	23,11	26,97	30,82	34,67	38,52	77,05	115,57	154,10	192,62	231,15
3,926	3,93	7,85	11,78	15,70	19,63	23,56	27,48	31,41	35,33	39,26	78,52	117,78	157,04	196,30	235,56
3,978	3,98	7,96	11,93	15,91	19,89	23,87	27,85	31,82	35,80	39,78	79,56	119,34	159,12	198,89	238,67
3,983	3,98	7,97	11,95	15,93	19,92	23,90	27,88	31,87	35,85	39,83	79,67	119,50	159,33	199,17	239,00
3,992	3,99	7,98	11,98	15,97	19,96	23,95	27,95	31,94	35,93	39,92	79,85	119,77	159,70	199,62	239,55
4,125	4,13	8,25	12,38	16,50	20,63	24,75	28,88	33,00	37,13	41,25	82,50	123,75	165,01	206,26	247,51
4,129	4,13	8,26	12,39	16,52	20,64	24,77	28,90	33,03	37,16	41,29	82,58	123,86	165,15	206,44	247,73
4,136	4,14	8,27	12,41	16,54	20,68	24,82	28,95	33,09	37,22	41,36	82,72	124,08	165,44	206,80	248,16
4,276	4,28	8,55	12,83	17,10	21,38	25,66	29,93	34,21	38,48	42,76	85,52	128,28	171,04	213,80	256,56
4,278	4,28	8,56	12,83	17,11	21,39	25,67	29,95	34,22	38,50	42,78	85,56	128,34	171,11	213,89	256,67
4,283	4,28	8,57	12,85	17,13	21,42	25,70	29,98	34,27	38,55	42,83	85,67	128,50	171,33	214,17	257,00
4,431	4,43	8,86	13,29	17,72	22,15	26,58	31,01	35,44	39,88	44,31	88,61	132,92	177,22	221,53	265,84
4,434	4,43	8,87	13,30	17,74	22,17	26,61	31,04	35,47	39,91	44,34	88,68	133,03	177,37	221,71	266,05
4,587	4,59	9,17	13,76	18,35	22,93	27,52	32,11	36,70	41,28	45,87	91,74	137,61	183,48	229,35	275,22
4,589	4,59	9,18	13,77	18,36	22,94	27,53	32,12	36,71	41,30	45,89	91,78	137,66	183,55	229,44	275,33
4,747	4,75	9,49	14,24	18,99	23,73	28,48	33,23	37,98	42,72	47,47	94,94	142,41	189,88	237,35	284,82
4,909	4,91	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	49,09	98,17	147,26	196,35	245,44	294,52

§. 10.

Die Structur des Holzes wird in keinem Stamme ganz gleichmäßig angetroffen, und aus diesem Grunde kann auch die Saftvertheilung nie ganz gleichmäßig von statten gehen. Dieser Umstand macht aber wieder ein gleichmäßiges Austrocknen der gefällten Hölzer zur Unmöglichkeit. Der Splint eines Stammes enthält jederzeit die meisten wässerigen Theile und trocknet daher auch dann wieder am meisten zusammen; jeder Stamm krümmt sich daher auch beim Trocknen immer nach der Seite hin, wo der meiste Splint ist. Halbholz zieht sich darum immer nach der schmälern Seite und Kreuzholz übereck krumm, so daß der Kern immer nach außen gekrümmt ist. Dieses Uebel läßt sich indeß vermeiden, indem man Halbholz und ein Kreuzholz immer nur aus trockenem Holze schneidet. — Planken und Bretter müssen zum Trocknen dergestalt aufgestellt werden, daß sie von beiden Seiten vollkommen gleichmäßig einerlei Luft und Wärme ausgesetzt sind, auf diese Weise trocknen sie ebenmäßig aus und bleiben nach dem Trocknen unverändert, wie vorher.

Das wirksamste Mittel, das Werfen des Holzes zu hindern, besteht im langsamen Austrocknen desselben. Zu diesem Behuf muß man das Holz nicht der unmittelbaren Einwirkung der Sonnenstrahlen aussetzen, sondern lieber in einen schattigen Schuppen bringen, wo es einen guten trockenen Luftzug hat. Damit es nun von der Luft allenthalben bestrichen werde, muß es gehörig auf Unterlager gelegt und nicht zu dicht zusammengedrängt werden.

Ungleich wirksamer als das Austrocknen des Holzes in freier Luft ist das Rösten über offenem Feuer. Dasselbe wird auf folgende Art bewerkstelligt: nachdem man die Hölzer wagerecht dergestalt auf Unterlager gelegt hat, daß sie höchstens 1 Zoll Zwischenraum haben, wird unter denselben langsam brennendes Schmauchfeuer angemacht, wozu man Blätter, Borke, feuchtes Holz und andere Brennstoffe nimmt, die wenig Flamme, aber viel Rauch geben. Hierbei ist hauptsächlich auf eine gleichmäßige Vertheilung der Hitze und mit darauf zu sehen, daß die Hölzer oft umgedreht werden. Je schwächer die Hitze ist, um so vollkommener gelingt die Austrocknung, während bei heftiger Hitze das Holz sich krümmt und Risse bekommt, die seiner Festigkeit nachtheilig sind. Das Rösten darf nie bis zur Verkohlung der Oberfläche des Holzes, sondern nur so weit getrieben werden, daß das Holz mit einer braunen Rinde überzogen ist.

Der Engländer Kyan hat versucht, das Holz durch Tränkung mit

aufgelöstem Quecksilbersublimat gegen Fäulniß zu schützen. Zu diesem Behuf wird das Holz, welches kyanisirt werden soll, völlig bearbeitet und zu dem Verbandstücke zugerichtet, zu dem es dienen soll; dann kommt es in eine Flüssigkeit, in der auf 50 Pfund Wasser 1 Pfund ätzender Quecksilbersublimat aufgelöst wurde. Nachdem das Holz etwa 48 Stunden in dieser Auflösung gelegen hat, ist dasselbe großentheils von ihr durchdrungen, verbindet sich mit den im Holze befindlichen gährungsfähigen Stoffen und benimmt ihnen das Bestreben, das Vermodern des Holzes zu bewirken. Abgesehen davon, daß der Sublimat eines der stärksten Gifte ist, belaufen sich noch die Kosten dieses Verfahrens sehr hoch; denn es kostet der laufende Fuß einer 9 Zoll hohen und 6 Zoll breiten Schwelle von weichem Holze 2 Ngr. 8 Pf. und von hartem Holze 1 Ngr. 4 Pf.

Die allgemeine Handelszeitung vom 7. Aug. 1819, Nr. 153, giebt eine Anweisung, Holz mit Kieselerde so zu tränken, daß es nicht bloß zum Schleifen oder Wetzen, sondern auch zum Poliren des Stahles und der Eisenwaaren gebraucht werden kann; Ellern- und Eichenholz soll sich hierzu am besten eignen. Das Verfahren besteht darin: daß man aus 3 Theilen kohlensaurem Kali und 1 Theile weißem Flußsande oder feingemahlenem weißen Quarze, mit hinreichendem Wasser, eine Kieselfeuchtigkeit bereitet, in die das Holz 30 Tage lang gelegt wird, alsdann wird es in Salzsäure gelegt, um das Kali, welches das Trocknen des Holzes verhindert, zu neutralisiren; dann wird es mit Wasser ausgesüßt, getrocknet und mit einem fetten Oele eingerieben. Wendet man dabei Eichenholz an, so kann dieses nach der Sättigung mit Kieselerde noch in schwefelsaurer Eisenoxydul-Salzauflösung und zuletzt in Kalkwasser digerirt werden, wodurch es ein steinernes Ansehen erhält und an Härte zunimmt, zugleich auch gegen Brand und Fäulniß geschützt wird. — In neuerer Zeit hat man dieses Verfahren dadurch verbessert, daß man das Holz vor dem Einlegen in die Kieselfeuchtigkeit dämpft, wodurch die Sättigung in weit kürzerer Zeit erfolgt.

Herr Dr. Boucherie in Paris hat ein eigenthümliches Verfahren entdeckt, das Holz gegen die Einwirkung der Fäulniß und des Feuers zu schützen, wie auch dadurch demselben eine größere Biegsamkeit und Färbung zu verschaffen.

Diese Aufgabe hat Herr Boucherie auf einem neuen, wenig kostspieligen und einfachen Wege erreicht; er imprägnirt nämlich das Holz, so lange es noch auf dem Stamme ist, mit den präservirenden, schützenden

und färbenden Stoffen, und zwar bloß dadurch, daß er das Vermögen des Baumes, Flüssigkeiten einzusaugen, benutzt, indem er den in vollem Safte am Fuße abgeschnittenen Baum unmittelbar darauf in eine Kufe taucht, welche die von demselben einzusaugende Flüssigkeit enthält; oder der Erfinder läßt, ehe der Baum gefällt wird, in dessen Mitte ein Loch von 9 Linien im Durchmesser bohren und noch einige oberflächliche Sägeschnitte nahe am Boden machen und darüber einen wasserdichten, mit der nöthigen Flüssigkeit gefüllten Sack anbringen, aus welchem der Baum die Flüssigkeit aufsaugt und binnen wenigen Tagen bis in die entferntesten Aeste treibt, während der Kern des Holzes dem Eindringen der Flüssigkeit widersteht. Hierzu ist nicht erforderlich, daß der Baum noch alle seine Aeste und Blätter besitze, sondern ein Büschel davon am Gipfel reicht hin, die Einsaugung zu bewerkstelligen. Auch ist nicht erforderlich, daß der Baum dabei aufrecht stehe, wenn nur seine untere Fläche mit der zur Absorption bestimmten Flüssigkeit in Berührung ist.

Um das Holz fester, dauerhafter, der trockenen und nassen Fäulniß widerstehender zu machen, läßt Boucherie rohes, holzessigsaures Eisenoxyd aufsaugen, welches letztere sich bei Berührung des Holzessigs mit Eisenfeile auch in der Kälte leicht bildet und durch seinen bedeutenden Kreosotgehalt sehr fäulnißwidrig wirkt. — Soll dem Holze alle seine Biegsamkeit und Geschmeidigkeit erhalten und weniger verbrennlich gemacht werden, so erreicht man diesen Zweck mit einer Chlorkalklösung. Die damit präparirten Hölzer behalten an der Luft mehrere Jahre ihre Biegsamkeit; in dünnen Blättern lassen sie sich, ohne auseinander zu gehen, zu Spiralen und dann wieder nach entgegengesetzter Richtung winden und zerreißen nie an der Luft, wie sehr sie auch austrocknen mögen.

Um dem Holze Farben-Nüancen zu ertheilen, so erzeugt holzessigsaures Eisenoxyd eine braune Farbe, welche sich mit dem natürlichen Farbenton derjenigen dichteren Holzpartien verträgt, in die das Salz nicht eindringt. Läßt man auf die Einsaugung von holzessigsaurem Eisen die einer gerbestoffhaltigen Materie folgen, so wird das Holz blauschwarz oder ins Graue gefärbt. Durch Behandlung mit holzessigsaurem Eisen und nachher mit blausaurem Kali erhält man Berlinerblau; auf einander folgende Behandlung mit essigsaurem Blei und chromsaurem Kali erzeugt gelbes chromsaures Blei; und läßt man statt dessen successive holzessigsaures Eisen, blausaures Kali, essigsaures Blei, chromsaures Kali aufsaugen, so erzeugen sich verschiedene Nüancen von Blau, Grün, Gelb und Braun.

Auf gleichem Wege lassen sich auch dem Holze mannichfaltige Gerüche mittheilen.

§. 11.

Der Holzwurm ist bekanntlich ein sehr thätiger Zerstörer des Holzes, so daß man vielfach Mittel angegeben hat, ihn zu vernichten. Eins der bewährtesten Mittel dagegen besteht in Folgendem: Nachdem man das wurmfraßige Holz zuvor mit einem stumpfen Besen von allem Staub und andern Unreinigkeiten gesäubert, wird es mit einer Beize, die aus folgenden Stoffen besteht, bestrichen:

$3^3/_4$ Pfund grüner Vitriol,
$1^1/_2$ „ brauner Tischlerleim,
$^1/_2$ Kubikfuß ungelöschter Kalk,
6 Eimer oder 78 Berliner Quart Wasser.

Bei der Zubereitung derselben wird der Vitriol in das zum Löschen des Kalkes bestimmte Wasser geschüttet und während des Löschens der schon zergangene Tischlerleim beigemischt. Diese Beize muß vor dem Auftragen mäßig erwärmt und drei Mal aufgetragen werden. — Ist dieser Anstrich vollkommen getrocknet, so fertigt man folgende Beize an und trägt sie nach Umständen 2—3 Mal auf. Sie besteht aus:

1 Pfund Vitriol,
2 „ Leim,
$1^1/_2$ Kubikfuß ungelöschtem Kalk,
5 Eimer oder 65 Quart Wasser.

Zuletzt wird noch folgende Brühe aufgetragen, nämlich:

3 Pfund Leim,
$1^1/_2$ Kubikfuß gelöschter Kalk,
4 Eimer oder 52 Quart Wasser.

Dieser Anstrich muß alljährlich, wenn die Tünche wieder abzufallen beginnt, ein Mal wiederholt werden; Erfahrungen gemäß ist so der Wurm gänzlich vertilgt worden.

Setzt man zu 13 Theilen Seifensiederlauge $1^1/_2$ Theil Kochsalz und löst letzteres in der ersteren auf, so erhält man nicht minder eine Beize, die den Wurm vertilgt, wenn die von ihm angegriffenen Stellen mit der warmen Flüssigkeit bestrichen werden. Auch wenn man das wurmfraßige Holz mit Terpentinöl bestreicht, so sterben die Würmer oder sie kommen zum Vorschein und können dann getödtet werden.

§. 12.

Der Hausschwamm, eins der gefährlichsten Uebel alles in Gebäuden vorkommenden Holzwerkes, besteht in einer faulen Gährung im Holze, welche namentlich durch Feuchtigkeit und Mangel an Licht und Luftzug herbeigeführt wird. Der Schwamm zeigt sich aber auch zuweilen in neuen Gebäuden, bei deren Aufbau hinsichtlich der Materialien und der Ausführung alle Vorsicht angewendet worden ist. Das Uebel findet dann gewöhnlich den Grund seiner Entstehung darin, daß der Boden, auf dem gebaut wurde, Quellenadern enthält, die fortwährend Wasser zuführen.

Gegen das spätere Einschleichen dieses Uebels hat man sich gleich bei Aufführung eines Gebäudes zu verwahren und Folgendes dabei zu beachten:

1) Man verwende allen Fleiß darauf, sich eines guten Baugrundes zu versichern.
2) Wenn der Baugrund quellig ist, so hat man dem Wasser Abfluß zu verschaffen und es von den Fundamenten gehörig zu entfernen.
3) Auf die Construction der Fundamente verwende man die nöthige Sorgfalt und verwende dazu den besten gewöhnlichen oder hydraulischen Kalk, während man hauptsächlich auf ein dichtes Gemäuer halten und mit darauf sehen muß, daß im Innern der Fundamente keine Höhlungen entstehen.
4) Verwende man nur reifes und trockenes Bauholz, namentlich zu allen denjenigen Verbandstücken, die mit dem Fundamente und dem Grunde unmittelbar in Berührung kommen.

In Gebäuden, in denen Keller angebracht sind, ist der Hausschwamm weniger zu befürchten. Wo dagegen keine Keller vorhanden sind und der Baugrund feucht und quellhaltig ist, dürfen die Fußböden mit ihren Lagerhölzern nicht auf der bloßen Erde liegen, sondern die Lagerhölzer müssen auf freistehende einzelne Pfeiler frei gestreckt und die Dielen frei darüber gelegt werden; in den Umfassungswänden des hohlen Raumes bringe man Luftzüge an, die von außen mit Drahtgittern versetzt sind. Die Fundamente müssen wenigstens 1 — 1½ Fuß über den Boden Erhöhung erhalten, um die Schwellen gegen das Traufwasser zu sichern. Die Plinthe werde oben mit hydraulischem Kalke oder Cement abgeglichen, worauf die Schwellen gelegt und so vor der aufsteigenden Feuchtigkeit geschützt werden; das Sicherste jedoch ist, die Plinthe mit Bleiplatten zu belegen und sie in den Stößen zusammenzulöthen. Sind im Innern Ausfüllungen

nothwendig, so wende man trockenen Bauschutt und Abgänge von Ziegeln an, und wenn hiervon nicht genugsam vorhanden ist, so nehme man trockenen Flußsand, keineswegs aber Erde oder gewöhnlichen Sand.

Hatte man schon bei der Anlage eines Gebäudes alle nöthige Vorsicht getroffen, und der Schwamm zeigt sich dennoch, so muß an der betreffenden Stelle das Fundament gänzlich herausgenommen und ein neues eingesetzt werden, wozu aber durchaus neue Steine verwendet werden, die untere Schicht und die Abgleichung werden mit hydraulischem Kalke oder Cement gemauert; so müssen auch alle vom Schwamm ergriffenen Verbandstücke herausgenommen und durch neue ersetzt werden. Nächstdem wird im Innern der Boden ausgegraben und durch getrockneten Flußsand ersetzt, auf diesen wird $1\frac{1}{2}$—2 Zoll dick Torfasche gleichmäßig aufgetragen und darüber $\frac{1}{4}$—$1\frac{1}{2}$ Zoll hoch Kochsalz. Der über dieser Auffüllung befindliche Raum ist nun noch mit Luftzügen zu versehen und dann hat man keine Feuchtigkeit, folglich auch keinen Schwamm mehr zu befürchten, vorausgesetzt, daß der Boden nicht so tief liegt, daß er von dem steigenden Grundwasser erreicht werden kann.

Von der Festigkeit des Bauholzes.

§. 13.

Unter Festigkeit der Körper versteht man die Kraft, mit der ihre einzelnen Theile zusammenhangen, oder die Kraft, mit der sie dem Zerreißen oder Zerbrechen, wozu auch das Zerquetschen oder Zerdrücken gerechnet werden kann, entgegenwirken. Wirkt eine Kraft nach der Richtung der Fasern auf das Holz und strebt so die Theile desselben zu trennen, so heißt der Widerstand, mit dem das Holz dieser zerreißenden Kraft entgegenwirkt, die absolute Festigkeit desselben. Wirkt dagegen auf einen an beiden Enden oder nur einem Ende unterstützten Balken eine Kraft senkrecht auf die Richtung seiner Fasern, so zerbricht sie ihn; und der Widerstand, den das Holz dieser zerbrechenden Kraft entgegenzusetzen strebt, heißt seine positive Festigkeit. Wirkt endlich eine Kraft in der Richtung der Fasern zerdrückend auf einen Balken, so heißt die Kraft, mit welcher derselbe diesem Drucke widersteht, seine negative Festigkeit.

Die nöthige Kenntniß von der Festigkeit der Hölzer ist für die Baukunst ein Gegenstand von größter Wichtigkeit und daher sind die nöthigen Erörterungen hier am rechten Orte.

§. 14.

Wenn an zwei Balken, von einerlei Holzart aber verschiedenem Querschnitte, gleich große Gewichte gehängt werden, so wird der Balken von größerem Querschnitt weniger ausgedehnt, als derjenige von kleinerem Querschnitte, d. h. die Spannung oder Ausdehnbarkeit des ersten ist größer als die des zweiten. Die Spannungen zweier Hölzer stehen also im umgekehrten Verhältnisse ihrer Querschnitte. In jedem Balken dehnen sich alle Theile gleichmäßig aus; ein längerer Balken also mehr als ein kürzerer. Die Spannungen zweier Hölzer stehen also auch im geraden Verhältniß ihrer Längen. Bezeichnet demnach L die Länge eines Balkens in Fußen, B die Breite desselben in Zollen, H seine Höhe oder Stärke in Zollen und P das an demselben hangende Gewicht, so ist:

$$\frac{L \,.\, P}{B \,.\, H} = \text{der Spannung.}$$

Ist demnach die Spannung gegeben, so haben wir L . P : B . H, folglich

$$a \,.\, L \,.\, P = B \,.\, H, \quad \ldots\ldots \quad 1)$$

wo a ein Coefficient ist, der durch die Erfahrung bestimmt werden muß und durch die Gleichung

$$a = \frac{B \,.\, H}{P \,.\, L}$$

gegeben wird. Durch Versuche hat man für a folgende Werthe ermittelt:

Englische Eiche	0,00013	Norwegische Tanne . .	0,00011
Rigaer	0,00012	Pechtanne	0,00013
Amerikanische	0,000125	Amerikanische Pinie . .	0,00024
Rigaer Fichte	0,00016	Lerchenbaum	0,00014
Schottische	0,00015	Esche	0,0001

Sollen z. B. an einen 16 Fuß langen Balken 48,000 Pfund gehängt werden, wie groß muß der Querschnitt desselben sein? Aus der Gleichung 1) haben wir

$$0{,}00014 \,.\, 16 \,.\, 48{,}000 = 107{,}52 = B \,.\, H$$

Nimmt man B = H, so ist die Quadratwurzel aus 107,52 d. i. $\sqrt{107{,}52} = 10{,}26$ Zoll die Seite, oder der erforderliche Querschnitt des quadratisch behauenen Stammes.

§. 15.

Wenn zwei gleich große Kräfte auf zwei gleichartige Balken von verschiedenen Querschnitten einwirken und sie zu zerreißen streben, so wird der Balken, der den größern Querschnitt hat, mit einer größern Kraft der zerreißenden Wirkung widerstehen als der Balken mit dem kleinern Querschnitte, d. h. die absoluten Festigkeiten stehen in geradem Verhältniß der Querschnitte der Balken zu einander. Es bezeichne wieder B die Breite, H die Höhe des gegebenen Balkens, beide in Zollen; a′ sei das Gewicht, welches ein kleiner Balken, dessen Querschnitt einen Zoll im Quadrate beträgt und der mit dem gegebenen gleichartig ist, noch tragen kann, bevor er zerreißt, so zwar, daß durch die geringste Vermehrung dieses Gewichtes die Trennung erfolgt; endlich sei P das Gewicht, welches an den gegebenen Balken gehängt werden kann und dessen geringste Vergrößerung denselben zerreißen würde: so wird

$$P = a' . B . H \quad . \; . \; . \; . \; . \quad 2)$$

Auch hier ist a′ ein Coefficient, der durch Versuche bestimmt werden muß.

Von dem so ermittelten Gewichte dürfte man aber für die Dauer dem gegebenen Balken nur den vierten Theil anhängen.

Folgende Tabelle enthält die Werthe von a′; nämlich die Gewichte, die an Balken von 1 Quadratzoll Stärke gehängt werden können und durch deren geringste Vergrößerung das Zerreißen erfolgen würde.

Bezeichnung der Holzarten.	Werthe von a′ oder Cohäsion auf 1 □Zoll in preuß. Pfdn.	Namen der Experimentatoren.
Weißtanne	15400	Eytelwein.
„	11930	Muschenbröck.
Fichte	10920	Eytelwein.
„	11120	Rondelet.
Kiefer vom Kern	21400	Eytelwein.
„ zwischen Kern u. Splint	20873	
„ sehr harzig	12520	
„ vom Splint	18320	
„ harzig	16160	
„ „	20522	Barlow.
„ „	16786	
„ „	12900	Muschenbröck.
„ „	7630	Emerson.
Lerchenbaum	15596	Rondelet.
Eiche	26410	Muschenbröck.
„	21288	Rondelet.

Bezeichnung der Holzarten.	Werthe von a' oder Cohäsion auf 1 □Zoll in preuß. Pfdn.	Namen der Experimentatoren.
Eiche	17312	Barlow.
=	13564	
=	12000	Emerson.
=	9330	Anderson.
Stieleiche	26600	Eytelwein.
= vom Kern . . .	21940	
= vom Splint . .	14740	
Wintereiche	22920	
Rüster	20584	Muschenbröck.
=	9263	Emerson.
=	6798	Anderson.
Rothbuche	22360	Eytelwein.
=	27024	Muschenbröck.
=	17549	Barlow.
=	9614	Anderson.
=	9263	Emerson.
Esche	27249	Barlow.
=	24086	
=	18312	Muschenbröck.
=	9614	Anderson.
=	9263	Emerson.
Pappel	10134	Muschenbröck.
=	7003	
Erle	21648	Muschenbröck.
=	7773	Anderson.
=	6546	Emerson.
Acacie	31408	Muschenbröck.
Wallnuß	12406	
=	8179	Emerson.
Kastanie, spanische . . .	20296	Rondelet.
Platane	7630	Emerson.
Ceder	7588	Muschenbröck.
Mahagony	12208	Barlow.

Hiernach können einem Balken von Weißtanne, der z. B. 12 Zoll im Quadrat stark ist,

$$(12)^2 \,.\, 15400 = 2217600 \text{ Pfunde}$$

angehängt werden, ohne befürchten zu dürfen, daß er von dieser Last zerreißen möchte; wohl aber würde dies bei der geringsten Vermehrung derselben geschehen. Soll dagegen für die Dauer eine möglichst große Last angehängt werden, so dürfte dieselbe den vierten Theil davon

$$\frac{2217600}{4} = 554400 \text{ Pfunde}$$

nicht überschreiten. Es entsteht nun die Frage, wie lang dieser Balken sein könne, wenn er diese Last zu tragen im Stande sein soll? Wir haben aus der Gleichung 1)

$$L = \frac{B^2}{a\,P} = \frac{(12)^2}{0{,}00011 \,.\, 554400} = 23{,}6 \text{ Fuß.}$$

§. 16.

Bei der positiven Festigkeit ist zu berücksichtigen:

1) wenn der Balken so belastet ist, daß derselbe nur um ein Weniges unter seine horizontale Lage gebogen wird, diese Belastung ihm also für die Dauer aufgelegt werden kann;
2) wenn der Balken so belastet ist, daß durch die geringste Vermehrung der Last ein Bruch erfolgen würde.

Die Unterstützung eines Balkens kann entweder an beiden Enden oder an einem Ende geschehen, während das andere frei hervorragt.

Die Belastung eines Balkens kann auf drei verschiedene Arten geschehen:

1) auf der Mitte des Balkens;
2) indem die Last gleichmäßig über seine ganze Länge vertheilt wird;
3) an irgend einem beliebigen Puncte der Länge des Balkens.

§. 17.

Der Widerstand, den ein Balken jener Kraft entgegensetzt, die ihn nur um ein Weniges unter die horizontale Lage biegt, heißt seine Steifheit. Ist demnach A B Fig. 1 ein Balken, der an seinen beiden Enden unterstützt wird und den die Belastung P um die Höhe a b unter die Horizontale A B biegt, so heißt a b die Deflexion des Balkens, die hier als ein sehr kleiner Theil der Länge des Balkens angenommen wird. Bezeichnet nun P die Belastung, B die Breite, H die Höhe oder Stärke und L die Entfernung der Unterstützungspuncte C und D von einander, oder die freie Länge des Balkens, so ist

$$P = \frac{B \,.\, H^3}{b \,.\, L} \quad \ldots\ldots 3)$$

Ist aber der Balken nach dem vortheilhaftesten Verhältnisse beschlagen, so ist $H = B\sqrt{2}$ (nach Young ist $H = B\sqrt{3}$), also

$$P = \frac{B^4}{b \,.\, L^2} \,.\, 2{,}8284 \;.\;.\;.\;.\;.\; 4)$$

oder

$$P = \frac{H^4}{b \,.\, L^2} \,.\, 0{,}7071 \;.\;.\;.\;.\;.\; 5)$$

wo b ein durch Versuche zu ermittelnder Coefficient ist.

Folgende Tabelle enthält die Werthe für b der üblichsten Holzarten so berechnet, daß sie die Belastungen (P) so geben, daß die Deflexion nur $^1/_{40}$ der freien Balkenlänge beträgt.

Bezeichnung der Holzarten.	Werthe von b.	Namen der Experimentatoren
Weißtanne von Christiana .	0,00957	Tredgold.
„ „ Quebeck . .	0,0138	
„ aus England . .	0,0124	Ebbels.
Kiefer von Riga	0,0115	
„ „ „	0,0102	
„ „ Memel . . .	0,0089 0,0088	Tredgold.
„ „ Riga	0,011	Ebbels.
„ Waymuths . . .	0,0105 0,0112	Tredgold.
„ von Riga . . .	0,0137	Barlow.
„ „ Schottland . .	0,0233	
Lerchenbaum, trocken . . .	0,0137	
„	0,0126	Tredgold.
„ von jungem Stamme	0,0284	
„ trocken . . .	0,0111	Ebbels.
Eiche, Schiffszimmer . . .	0,00998	
„ von jungem Stamme .	0,0105	
„ „ altem Stamme .	0,024	
„ von Riga	0,0107	Tredgold.
„ „ Preußen, trocken .	0,0087	
„ „ „ „ .	0,0117	
„ Stieleiche	0,0104	
„ aus England . . .	0,0119	
„ Canada	0,0099	Barlow.
„ aus Preußen . . .	0,0105	
„ adriatische . . .	0,0193	
„ aus England . . .	0,00934	Ebbels.
Rüster	0,0212	Barlow.
Rothbuche	0,01277	Barlow.
„ trocken	0,0131	Ebbels.
Ahorn	0,0197	Tredgold.
Esche von jungem Stamme .	0,009	Tredgold.

Bezeichnung der Holzarten.	Werth von b.	Namen der Experimentatoren.
Esche von altem Stamm .	0,0113	Tredgold.
„ mittl. Art	0,0163	Ebbels.
„	0,0105	Barlow.
Espe	0,0224	
Erle, trocken	0,0159	Ebbels.
Birke	0,0141	
Linde	0,0152	Tredgold.
Roßkastanie	0,0162	
Acacie, frisch	0,0102	Ebbels.
Weide	0,0131	Tredgold.
Wallnuß, frisch	0,02	
Platane, trocken	0,0228	Ebbels.
Kastanie, spanische, frisch .	0,0187	
Ceder vom Libanon . . .	0,0355	Tredgold.
	0,0076	Barlow.
Honduras Mahagony . .	0,0109	Tredgold.
Spanischer „ . . .	0,0137	
Birnbaum, frisch	0,0215	Ebbels.
Kirschbaum, frisch . . .	0,0138	

Will man einen Balken dergestalt construiren oder belasten, daß seine Deflexion kleiner als die in der Tafel angenommene werde, so hat man die beständige Zahl b, die der Holzart des construirten Balkens entspricht, mit der Zahl zu multipliciren, die das Verhältniß des verminderten Werthes von b angiebt: will man dagegen die verlangte Deflexion größer annehmen, als wie sie die Tafel anzeigt, so muß b mit der angenommenen Verhältnißzahl dividirt werden; sollte z. B. die Deflexion 4 Mal größer angenommen werden als in der Tafel, so muß das b der Tafel durch 4 dividirt werden.

Beispiel. Ein eichener Balken von jungem Stamme soll 8 Zoll breit beschlagen 20 Fuß frei liegen und mit 3000 Pfund in seiner Mitte belastet werden: wie hoch muß er angenommen werden, damit er in seiner Mitte sich nur um $\frac{1}{40}$ seiner freien Länge, also 6 Zoll biege? — Wir erhalten aus Gleichung 3)

$$H = \sqrt[3]{\frac{b \cdot L^2 \cdot P}{B}} \; . \; . \; . \; . \; . \; 6),$$

mithin

$$H = \sqrt[3]{\frac{0{,}0105 \cdot 20^2 \cdot 3000}{8}} = 11{,}6348 \text{ Zoll.}$$

Ein Balken aus Weißtanne von Christiana soll 18 Zoll frei liegen,

nach dem vortheilhaftesten Verhältnisse beschlagen und in seiner Mitte mit 3500 Pfund belastet werden, die Deflexion soll nur $1/3$ der in der Tafel gleich sein: wie hoch und wie breit wird dieser Balken beschlagen werden müssen? In der Tafel finden wir für Weißtanne von Christiana b = 0,00957, demnach ist 3 . b = 0,02871. Aus Gleichung 4) ergiebt sich:

$$B = 0{,}7711 \sqrt[4]{P \cdot b \cdot L^2} \; . \; . \; . \; . \; 7)$$

Hiernach ist

$$B = 0{,}7711 \sqrt[4]{3500 \cdot 0{,}02871 \cdot (18)^2} = 10{,}356 \text{ Zoll}.$$

Ferner ergiebt sich aus der Gleichung 5)

$$H = 1{,}0905 \sqrt[4]{P \cdot b \cdot L^2} \; . \; . \; . \; . \; . \; 8)$$

Es ist demnach

$$H = 1{,}0905 \sqrt[4]{3500 \cdot 0{,}02871 \cdot (18)^2} = 14{,}645 \text{ Zoll}.$$

Aus Lerchenholz soll ein Balken 12 Zoll im □ beschlagen werden, 20 Zoll frei liegen und in der Mitte so belastet werden, daß die dadurch entstehende Deflexion noch einmal so groß als die in der Tafel angegebene werde, wie groß muß die Belastung angenommen werden?

Für Lerchenholz giebt unsere Tafel b = 0,0137, also $\frac{b}{2} = 0{,}00685$.

Da ferner der Balken quadratisch beschlagen ist, so ist B = H, die Gleichung 4) geht demnach über in:

$$P = \frac{B^4}{b \cdot L^2} \; . \; . \; . \; . \; . \; 9)$$

Hieraus findet sich

$$P = \frac{(12)^4}{0{,}00685 \cdot 20} = 1513{,}5 \text{ Pfund}.$$

Erfahrungssatz. Wenn zwei congruente und gleichartige Balken, der eine mit einem beliebigen Gewichte in der Mitte, der andere mit demselben Gewichte dergestalt belastet wird, daß die Last gleichmäßig über die ganze Balkenlänge verbreitet wird, so biegen beide Balken sich dergestalt, daß die Deflexion des ersten zu der des zweiten sich verhält wie 5 : 8, d. i. wie 1 : 1,6. Die in §. 16 gegebenen Formeln für die Belastungen P und die Dimensionen B, H, L der Balken lassen sich auch auf eine gleichmäßig verbreitete Belastung anwenden, wenn in ihnen P mit 1,6 multiplicirt wird. Es ergiebt sich hiernach

$$P = \frac{B \cdot H^3}{b \cdot L} \, 1{,}6 \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; 10)$$

Ferner für das vortheilhafteste Verhältniß der Höhe des Balkens zu seiner Breite

$$P = \frac{B^4}{b \cdot L^2} 4{,}5255 \;\ldots\ldots\; 11)$$

und

$$P = \frac{H^4}{b \cdot L^2} 1{,}1314 \;\ldots\ldots\; 12)$$

Ferner ist

$$H = 0{,}8549 \sqrt[3]{\frac{b \cdot L^2 \cdot P}{B}} \;\ldots\; 13)$$

Für das vortheilhafteste Verhältniß des Querschnittes des Balkens haben wir

$$B = 0{,}6857 \sqrt[4]{P \cdot b \cdot L^2} \;\ldots\; 14)$$

$$H = 0{,}9652 \sqrt[4]{P \cdot b \cdot L^2} \;\ldots\; 15)$$

Die Anwendung dieser Formeln ist der in §. 16 angeführten gleich.

§. 18.

Der Druck gegen den Horizont geneigter Balken ist gleich der Belastung multiplicirt mit dem Cosinus des Neigungswinkels $= P \cdot \cos. \alpha$, worin P die Belastung und α den Neigungswinkel bezeichnet. Für diesen Fall hat man die Formel

$$P = \frac{B \cdot H^3}{b \cdot L^2 \cdot \mathrm{Cos.}\, \alpha} \;\ldots\; 16)$$

Es sei Fig. 2 ac der gegebene Balken, so ist $\angle$ bac der Neigungswinkel α, und $\mathrm{Cos.}\, \alpha = \frac{ab}{bc}$. Bezeichnet man den horizontalen Abstand der Unterstützungspuncte a und c des Balkens ab von einander mit h, und die senkrechte Entfernung bc derselben von einander mit l, so ist $\mathrm{Cos.}\, \alpha = \frac{l}{h}$, wir haben also

$$P = \frac{l \cdot B \cdot H^3}{h \cdot b \cdot L^2} \;\ldots\ldots\ldots\; 17)$$

Ferner ist $L^2 = (ac)^2 = (ab)^2 + (bc)^2 = h^2 + l^2$, wir haben also

$$P = \frac{l \cdot B \cdot H^3}{h \cdot b(h^2+l^2)} \;\ldots\ldots\ldots\; 18)$$

Aus dieser Gleichung lassen sich für specielle Fälle mehre andere Gleichungen ableiten.

Die Sparren eines Daches seien 5 Zoll hoch und 6 Zoll breit beschlagen, die senkrechte Höhe ihrer freien Länge betrage 9 Fuß, und die

horizontale Länge sei 15 Fuß; wie groß kann die Belastung angenommen werden, wenn die Sparren aus Kiefer von Riga geschlagen werden, und die Deflexion $^1/_{40}$ der freien Länge betragen soll? Hier ist also $B = 5$, $H = 6$, $b = 0{,}0115$, $h = 15$, $l = 9$; folglich

$$P = \frac{15 \,.\, 5 \,.\, 6^3}{9 \,.\, 0{,}0115\,([15]^2 + 9^2)} = 511{,}5 \text{ Pfunde.}$$

§. 19.

Die Tragkraft runder Hölzer ist bei weitem größer als die der vierkantig beschlagenen. Soll ein runder Balken in seiner Mitte so belastet werden, daß seine Deflexion nicht über $^1/_{40}$ seiner freien Länge beträgt, so hat man

$$P = 0{,}7854 \frac{D}{b\,L^2} \;\ldots\ldots\ldots\; 19)$$

Hier ist D der Durchmesser des Balkens. — Ein runder Balken von Rothbuche soll 16 Zoll stark sein und 17 Fuß frei liegen, wie groß wird die Belastung sein müssen, wenn er $^1/_{40}$ seiner Länge durchschlagen soll? Wir haben also $D = 16$, $b = 0{,}0131$, $L = 17$ Fuß, demnach ist:

$$P = \frac{0{,}7854\,(16)^4}{0{,}0131\,(17)^2} = 13595{,}6 \text{ Pfund.}$$

Ein aus diesem runden Balken nach dem vortheilhaftesten Verhältniß vierkantig beschlagener Balken würde 13 Zoll hoch und 9 Zoll breit sein; sollte nun dieser Balken ebenfalls 17 Fuß frei liegen und in seiner Mitte belastet werden, wobei seine Deflexion ebenfalls nur $^1/_{40}$ seiner Länge beträgt, so findet sich nach der 4ten Gleichung

$$P = \frac{2{,}8284 \,.\, 9^4}{0{,}0131\,(17)^2} = 4901{,}448 \text{ Pfunde.}$$

Also noch nicht die Hälfte der Belastung des runden Balkens würde der vierkantige zu tragen im Stande sein.

§. 20.

Für Balken, welche nur an einem Ende unterstützt sind, indem sie z. B. als Träger aus einer Mauer hervorragen, bleiben die vorigen Gleichungen für die Belastung ungeändert, aber die Werthe für b ändern sich und sind aus folgender Tafel zu entnehmen.

Bezeichnung der Holzarten.	Werthe von b′.	Namen der Experimentatoren.
Weißtanne	0,099	Beaufoy.
Eiche von Riga	0,12	
„ „ Danzig . . .	0,222	
„ aus England . . .	0,105	
„ „ „ . . .	0,1335	
Rothbuche	0,313	Barlow.

Bei einem mit dem einen Ende in der Wand befestigten Balken MN Fig. 3 hängt die Deflexion, die in dem Puncte N gemessen wird, nicht allein von der freien Länge K N und dem Querschnitte des Balkens ab, sondern auch von dem Abstande K M der Stützpuncte von einander; während nämlich die Last P den hervorragenden Theil K N zu biegen strebt, dehnt sich auch der Theil K M aus und vergrößert die Deflexion. — Die Gleichungen 3) bis 9) und 16) bis 19) finden auch hier ihre Anwendung, nur daß dann die Werthe von b′ aus vorstehender Tafel entnommen werden müssen. Bei Anwendung einer gleichmäßigen Vertheilung der Last über den Balken verhält sich dieselbe zu der in der Mitte angebrachten wie 0,375 : 1. Für diese Art der Belastung müssen demnach, um die entsprechenden Dimensionen der Balken zu erhalten, die Gewichte P in den oben angezogenen Formeln mit 0,375 multiplicirt werden.

§. 21.

Wenn die Belastung eines an beiden Enden unterstützten Balkens so beschaffen ist, daß sie, in der Mitte der freien Länge des Balkens angebracht, bei der geringsten Lastvermehrung denselben bricht, so heißt der Widerstand, den der Balken dieser Kraft entgegensetzt, seine positive Festigkeit. Diese Belastungen P oder positiven Festigkeiten stehen im geraden Verhältnisse der Breiten B, und der Quadrate der Höhen H, und im umgekehrten der Längen L. Hiernach ist

$$P = \frac{c\, H^2\, B}{L}, \; . \; . \; . \; . \; . \; 20)$$

wo c eine durch Versuche zu ermittelnde Größe ist. Für das vortheilhafteste Verhältniß des Querschnittes eines Balkens ergiebt sich also

$$P = \frac{2\, c\, B^3}{L}, \; . \; . \; . \; . \; . \; 21)$$

$$= 0{,}7071\, \frac{c\, H^3}{L} \; . \; . \; . \; . \; . \; 22)$$

$$B = 0{,}7937 \sqrt[3]{\frac{P\,.\,L}{c}} \;.\;.\;.\;.\;.\; 23)$$

$$H = 1{,}1224 \sqrt[3]{\frac{P\,.\,L}{c}} \;.\;.\;.\;.\;.\; 24)$$

Für runde Hölzer

$$P = 0{,}589 \;\frac{c\;D^3}{L} \;.\;.\;.\;.\;.\; 25)$$

$$D = 0{,}1139 \sqrt[3]{\frac{P\,.\,L}{c}} \;.\;.\;.\;.\;.\; 26)$$

Die Werthe von c für mehrere Holzarten sind in folgender Tabelle angegeben.

Bezeichnung der Holzarten.	Werthe von c.	Namen der Experimentatoren.
Weißtanne von Christiana .	686	Tredgold.
= = Amerika . .	570	
= englische . . .	465	Ebbels.
Fichte von Riga . . .	530	Tredgold.
= = Memel . . .	545	
= = Norwegen . .	792	
= = = . .	315	Barlow.
= = Schottland . .	582	Tredgold.
= = = . .	392	Ebbels.
Waymuths-Kiefer . .	658	Tredgold.
Lerchenbaum, beste Sorte .	632	
= mittlere . .	557	
= jung . . .	322	
Eiche, englische, jung . .	964	Tredgold.
= alte, Schiffszimmerholz	660	
= von Riga	714	
= mittl. Art	710	Ebbels.
= grünes Holz . . .	247	
= von Riga, grün . .	595	Büffon.
Rüster	540	Ebbels.
Rothbuche	677	
Weißbuche, grün	480	
Ahorn	535	
Esche, mittl. Art	635	
= trocken, junge . . .	810	Tredgold.
Pappel, lombard. . . .	327	Ebbels.
= Silber	570	Tredgold.
Erle	530	Ebbels.
Birke	517	
Kastanie, trocken	450	
Acacie, grün	622	

Bezeichnung der Holzarten.	Werthe von c.	Namen der Experimentatoren.
Weide	335	Tredgold.
Wallnuß, grün	487	Ebbels.
Platane	607	
Mahagony, span. . . .	425	Tredgold.
„ Honduras . .	637	
Ceder vom Libanon . . .	412	
Theka	717	Barlow.

Beispiel. Ein Balken von Weißbuche, 14 Zoll hoch und 10 Zoll breit, soll in seiner Mitte mit 80,000 Pfund belastet werden, wie weit wird er frei liegen können? Um also die freie Länge L des Balkens zu finden, wählen wir die Gleichung 20), so erhalten wir

$$L = \frac{c\, H^2\, B}{P} \quad \ldots\ldots \quad 27)$$

Da nun in unserm Beispiel $H = 14$, $B = 10$, $P = 80000$, $c = 480$ ist, so haben wir

$$L = \frac{480 \;.\; (14)^2 \;.\; 10}{80000} = 11{,}76 \text{ Fuß.}$$

Beispiel. Ein Balken von Rüster soll, nach dem vortheilhaftesten Verhältnisse beschlagen, 18 Fuß frei liegen und in der Mitte mit 36000 Pfund belastet werden: wie groß muß seine Breite genommen werden? — Wir haben in unserm Beispiel $P = 36000$, $L = 18$, $c = 540$, mithin finden wir aus der 23sten Gleichung

$$B = 0{,}7937 \sqrt[3]{\frac{36000 \;.\; 18}{540}} = 10{,}6265 \text{ Zoll.}$$

Die Belastungen sind in diesen Beispielen so genommen, daß wenn sie noch um ein Weniges größer würden, die Balken brechen müßten.

Wenn man statt der in voriger Tabelle enthaltenen Größen c andere c′ ermittelt, wie sie die folgende Tabelle angiebt, so finden jene Gleichungen 20) — 27) auch dann Anwendung, wenn die Balken nur an einem Ende, z. B. in einer Wand befestigt sind.

Bezeichnung der Holzarten.	Werthe von c'.	Namen der Experimentatoren.
Weißtanne	135	Beaufoy.
Fichte von Riga	105	
„ europäische	76	Peake und Barralier.
Lerchenbaum	101	
Eiche	98	Beaufoy.
Rothbuche	150	Barlow.
„	176	
Esche	163	
„	160	
„ grün	149	Peake u. Barralier.

Bei gleichmäßiger Vertheilung der Belastung über die ganze freie Länge der Balken vermögen diese letzteren doppelt so viel zu tragen, als wenn die Belastung an dem freien Ende angebracht wäre.

§. 22.

Es kommen häufig Fälle vor, da man auch das Gewicht der Balken mit in Rechnung zieht. Es folgen daher einige Gleichungen, in denen für die Belastung P das Gewicht der Balken mit berücksichtigt ist. Es sei also P die Belastung, H die Höhe, B die Breite, L die Länge und G das Gewicht eines laufenden Fußes des Balkens, so haben wir für die Belastung eines an beiden Enden unterstützten Balkens, wenn sie in der Mitte des letztern angebracht ist:

$$P = \frac{4\,n\,.\,H^2\,B}{L} - \frac{1}{2}\,L\,G \quad \ldots\ldots 28)$$

Und ist die Belastung gleichmäßig über die freie Länge des Balkens vertheilt:

$$P = \frac{8\,n\,.\,H^2\,B}{L} - \frac{1}{2}\,L\,G \quad \ldots\ldots 29)$$

Wenn dagegen die Belastung am freien Ende eines nur an einem Ende unterstützten Balkens angebracht ist:

$$P = \frac{n\,.\,H^2\,B}{L} - \frac{1}{2}\,L\,G \quad \ldots\ldots 30)$$

Und ist die Belastung gleichmäßig über die freie Länge vertheilt:

$$P = \frac{2\,n\,.\,H^2\,B}{L} - \frac{1}{2}\,L\,G \quad \ldots\ldots 31)$$

Alle Dimensionen, selbst die Länge L, müssen in diesen Gleichungen in Zollen ausgedrückt werden. Für die in diesen Gleichungen vorkom-

mende beständige Größe n hat Eytelwein für die gebräuchlichsten Holzarten durch Versuche folgende Werthe ermittelt:

Weißtanne	2737	Sommereiche	4006
Kiefer	2878	Rothbuche	4710
Steineiche	4109	Weißbuche	3005
Rothtanne	2049	Erle	3449

Soll z. B. ein weißbuchener Balken 16 Fuß frei liegen und nach dem vortheilhaftesten Verhältniß beschlagen sein, wobei seine Breite 10 Zoll beträgt: so ist nun die Frage, wie groß seine mögliche Belastung in der Mitte sein kann? — Da der Aufgabe gemäß des Balkens Höhe $H = B\sqrt{2}$ ist, so haben wir aus der Gleichung 28):

$$P = \frac{4n \cdot B^2 \sqrt{2}}{L} - \frac{1}{2} LG \;.\;.\;.\; 32)$$

Da ferner $L = 16$ Fuß $= 192$ Zoll, $n = 3005$, $B = 10$ Zoll ist, so haben wir $H = 10 \cdot 1{,}414 = 14{,}14$ Zoll. Es sind aber 10 Zoll $= 0{,}833$ Fuß, und 14,14 Zoll $= 1{,}178$ Fuß; demnach ist das Gewicht G eines laufenden Fußes dieses Balkens, wenn ein Kubikfuß weißbuchen Holz 50 Berl. Pfund wiegt,

$$G = 0{,}833 \cdot 1{,}414 \cdot 50 = 58{,}478 \text{ Pfund.}$$

Demgemäß erhalten wir

$$P = \frac{4 \cdot 3005 \cdot (10)^3 \cdot 1{,}414}{192} - \frac{16 \cdot 58{,}893}{2} = 88051{,}147 \text{ Pfd.}$$

§. 23.

Für den Fall, daß ein Balken an seinen beiden Enden unterstützt ist und die Belastung, durch deren geringste Vermehrung er zerbrechen würde, nicht in seiner Mitte, sondern in einem beliebigen Puncte seiner Länge angebracht werden soll, gilt die Formel:

$$P = \frac{n \cdot L \cdot B \cdot H^2}{g\,(L - g)} \;.\;.\;.\;.\; 33),$$

wo g die Entfernung des Belastungspunctes von einem der Stützpuncte ist; und wo die beständigen Werthe für n aus dem Täfelchen des vorigen Paragraphen entnommen werden.

Verlangt man den Punct zu wissen, in welchem eine gegebene Last P aufgehängt werden muß, wenn er brechen soll, so muß aus der Gleichung 33) g entwickelt werden und man erhält

$$g = \frac{L - \sqrt{L^2 - 4m}}{2} \;.\;.\;.\;.\;.\; 34)$$

wo $m = \frac{n L B H^2}{P}$ ist; so lange nun in dieser Gleichung $L^2 > 4m$ ist, ist die Aufgabe möglich und die Last muß in einem Puncte, der nicht in der Mitte des Balkens liegt, aufgehängt werden; wird dagegen $L^2 = 4m$, so wird $g = \frac{1}{2} L$, und die Last muß in der Mitte des Balkens applicirt werden; wird endlich $L^2 < m$, so ist g unmöglich, d. h. die angenommene Belastung, in welchem Puncte des Balkens sie aufgehängt werden mag, wird denselben nie zu zerbrechen vermögen.

Beispiel. Ein 9 Zoll hoher und 6,5 Zoll breiter kieferner Balken soll 18 Fuß frei liegen und mit einem Gewicht von 84,000 Pfunden belastet werden: es wird gefragt, in welchem Puncte dies geschehen müsse, damit durch eine geringe Lastvermehrung ein Bruch des Balkens erfolge? — Es ist $H = 9$ Zoll, $B = 6{,}5$ Zoll, $L = 18$ Fuß $= 216$ Zoll, $P = 84{,}000$ Pfund, $n = 2878$.

Also erstens

$$4m = \frac{4 \,.\, 2878 \,.\, 216 \,.\, 6{,}5 \,.\, 9^2}{84000} = 15585{,}6$$

Demnach ist

$$g = \frac{216 - \sqrt{(216)^2 - 15585{,}6}}{2} = 1 \text{ Fuß } 7{,}9 \text{ Zoll.}$$

In diesem Abstande von einem der Unterstützungspuncte muß also die Belastung von 84,000 Pfunden angebracht werden, wenn sie unter den vorausgesetzten Bedingungen den begehrten Erfolg haben soll.

§. 24.

Bei der negativen Festigkeit kommen namentlich drei Fälle in Betrachtung.

Erstens, wenn die Länge L eines runden Tragestieles größer als der zehnfache Durchmesser D desselben ist, d. i. wenn $L > 10\,D$. Dann haben wir

$$P = \frac{D^4}{1{,}7 \,.\, d \,.\, L^2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 35)$$

Zweitens, wenn die Länge L eines vierkantigen Tragestieles größer als das Zehnfache der längsten Seite (H seines Querschnittes) ist, d. i. wenn $L > 10\,H$. Dann haben wir

$$P = \frac{B\,H^3}{d\,L^2} \quad \ldots\ldots \quad 36)$$

Die Werthe von d der gebräuchlichsten Holzarten enthält die folgende Tafel:

Bezeichnung der Holzarten.	Werthe von d.	Bezeichnung der Holzarten.	Werthe von d.
Weißtanne . . .	0,00142	Buche	0,00195
Fichte von Memel .	0,00133	Esche	0,00168
" " Riga .	0,00152	Erle	0,0023
Weymuths-Kiefer .	0,00157	Kastanie	0,00267
Lerchenbaum . . .	0,0019	Acacie	0,00152
Eiche	0,0015	Ceder vom Libanon	0,0053
Rüster	0,00184	Mahagony, span. .	0,00205

Drittens, wenn die Länge L eines vierkantigen Tragestieles kleiner als das Zehnfache der längsten Seite H seines Querschnittes ist; wenn also $L < 10\ H$. In diesem Falle haben wir:

$$P = \frac{d' \cdot HB}{4} \quad \ldots \ldots 37)$$

Die Werthe d′ in dieser Formel sind nach Rennie folgende:

Weißtanne	1928
Amerikanische Pinie . . .	1606
Englische Eiche	3860
Rüster	1284

§. 25.

Wird ein Balken von einer Belastung P gebogen, so geschieht der Druck nicht in der Richtung seiner Achse. Es sei C Fig. 4 der Halbirungspunct der Achse a C b, und A B die Richtung des Druckes, und indem wir den Winkel $CAD = \alpha$ setzen, haben wir

$$\text{Sin.}\ \alpha = \frac{H^2 B}{P\, d\, L^2} \quad \ldots \ldots 38)$$

wofür die Werthe d aus dem vorletzten Täfelchen genommen werden, welches die Werthe von d enthält.

Ist nun der Balken nach dem vortheilhaftesten Verhältnisse beschlagen, so ist $B = \frac{H}{\sqrt{2}}$, und wir haben demnach

$$\text{Sin.}\ \alpha = \frac{H^4}{P \cdot d\, L^2 \sqrt{2}} \quad \ldots \ldots 39)$$

Von einem eichenen Stiel messe die größere Seite H = 8 Zoll, die Höhe des Stieles L = 11 Fuß, auf einer der kürzesten Seiten des obern Querschnittes sei er mit einem Gewichte g von 157800 Pfunden zu be-

lasten, wie groß wird der Winkel α sein, der seine Biegung angiebt? — Da hier d = 0,0015 ist, so haben wir

$$\text{Sin. } \alpha = \frac{8^4}{157800 \,.\, 0{,}0015 \,.\, (12)^2 \,.\, \sqrt{2}}$$

woraus der Neigungswinkel $\alpha = 6\frac{1}{2}$ Grade erhalten wird.

Es sei ACB Fig. 5 ein hölzerner, zwischen seine Widerlager AB gespannter Bogen; wird nun auf dessen Scheitel C eine Belastung angebracht, so strebt diese den Bogen in den Puncten e, C und f dergestalt zu zerbrechen, daß Ae = eC = Cf = fB wird. Werden nun in der Achse AefB des Balkens die Sehnen AC und eC gezogen, so ergiebt sich der Winkel eCA, den wir β nennen; und setzen wir ferner Ae = l, AC = a, DC = s, B = der Breite und H = der Höhe des Balkens, so haben wir:

$$H^3 = \frac{4\, l^3 \,.\, d \,.\, P \,.\, a \,.\, \text{Sin. } \beta}{B \,.\, s} \;\ldots\; 40)$$

Aus dieser Gleichung folgt:

$$P = \frac{H^3 \,.\, B \,.\, s}{4\, l^3 \,.\, d \,.\, a\, \text{Sin. } \beta} \;\ldots\; 41)$$

Ist die Belastung in einem beliebigen Puncte E angebracht, so wirkt ihr Druck in der Richtung der Senkrechten EF; nimmt man nun an, daß AE der Größe des Druckes W gegen das Widerlager A proportional sei, und zieht BF parallel mit AE, so ist EF dem Drucke P proportional. Demnach verhält sich

$$EF : AE = P : W$$

Folglich ist

$$W = \frac{P \,.\, AE}{EF} \;\ldots\; 42$$

Wäre z. B. EF = 80 Fuß, AE = 140 Fuß und P = 50000, so würde

$$W = \frac{50000 \,.\, 140}{80} = 87{,}500 \text{ Pfund},$$

welches Gewicht den Druck auf das Widerlager darstellt.

Die Anzahl Rippen oder Bogen einer Brücke sei = n, der Winkel deA = γ und AD = m, ferner sei B die Breite und H die Höhe der einzelnen Rippen, so ist

$$H^3 = \frac{W^3 \,.\, P \,.\, d \,.\, \text{Sin. } \gamma}{n \,.\, B} \;\ldots\; 43)$$

Vom Widerstande senkrecht stehender und horizontal liegender Hölzer.

§. 26.

Widerstand heißt die Kraft, welche Bauhölzer den auf sie mechanisch einwirkenden Kräften entgegenzusetzen vermögen. Diese Kraft der Bauhölzer bezeichnet man auch mit dem Worte **Festigkeit**. Wenn eine Kraft in der Richtung der Fasern auf einen Balken wirkt und ihn zu zerdrücken strebt, so heißt die Kraft, mit welcher der Balken diesem Drucke widersteht, seine **negative** Festigkeit.

Strebt dagegen eine Kraft einen Körper zu zerreißen, so heißt der Widerstand, den er derselben entgegensetzt, seine **absolute Festigkeit**.

Wenn aber eine Kraft senkrecht auf die Richtung der Fasern eines Balkens wirkt, um ihn zu zerbrechen, so heißt der Widerstand, den derselbe dieser zerbrechenden Kraft entgegenzusetzen im Stande ist, seine **positive Festigkeit**. Hierbei können folgende vier Fälle vorkommen:

1) Ist ein Balken KN (Fig. 3) nur an einem Ende bei K unterstützt und die Last P am andern frei hervorragenden Ende N angebracht, so erfolgt, bei hinreichender Vermehrung der Last, in der Linie KL ein Bruch.
2) Ist ein Balken MN (Fig. 6) in den beiden Puncten M und N unterstützt, und die Last P zwischen den Unterstützungspuncten in T angebracht, so erfolgt der Bruch in der Linie ST.
3) Ist ein Balken AC (Fig. 7) in den Puncten A und B unterhalb, und in C oberhalb unterstützt, so erfolgt der Bruch in den beiden Linien DE und BF.
4) Wenn ein Balken AD (Fig. 8) in den Puncten B, C unten, und in den Puncten A, D oben unterstützt und in der Mitte zwischen BC belastet ist, so erfolgt der Bruch in den Linien BE, CF, GH, sobald die Belastung P hinreichend vergrößert wird.

Spannung heißt die Ausdehnung, die durch Einwirkung einer Kraft die Holzfasern erleiden; sie ist von der positiven Festigkeit wohl zu unterscheiden.

§. 27.

Die absoluten und negativen Festigkeiten der Bauhölzer sind den sie verursachenden Verlängerungen oder Verkürzungen proportional.

Wird ein an beiden Enden unterstützter Balken in der Mitte belastet, so verhalten sich die Deflexionen (Herabbiegungen) nahe wie die Belastungen.

§. 28.

Wenn ein Körper ABCD (Fig. 9.) von vier Kräften I, K, L, P im Gleichgewicht gehalten wird, so sind immer je zwei derselben parallel mit einander gleich und entgegengesetzt.

Man ziehe AC, mache CM, auf der Richtung der Kraft P, derselben proportional, und construire das Parallelogramm CMNO; man mache ferner AH = OM, und construire das Parallelogramm AGHQ. Der Punct C wird nun von den drei Kräften OC, NC, MC und der Punct A von den drei Kräften HA, AQ, AG im Gleichgewicht gehalten. Die beiden Kräfte AH und OC sind einander gleich und entgegengesetzt, sie heben sich also gegenseitig auf. Da △AGH ∽ ONC und AH = OC, so sind sie congruent; folglich ist AG = ON; und weil OC ⫲ NM, so ist auch AG = CM, und AQ = CN. Nun sind aber die Linien AG und CM den Kräften K und P, und AQ und CN den Kräften I und L proportional; es ist also die Kraft K = P, und die Kraft I = L. Da nun die Linie CP, an der die Kraft P wirkt, gespannt ist, so sind es auch die Linien CS und CA, weil je zwei der Winkel PCS, SCA und ACP größer als zwei rechte sind. Da nun AC gespannt ist, so sind es auch AF und AE, denn die Summe je zweier der Winkel CAF, FAE, EAC ist größer als zwei rechte. Und hieraus folgt, daß je zwei der Kräfte, die in den parallelen Richtungen AF, CP und AE, CS wirken, einander gleich und entgegengesetzt sind.

Zusatz. Ist der Körper ein Prisma, und ABCD wird mit einer seiner Seiten paralleler Durchschnitt; fallen auch die Richtungen der Kräfte I, K, L, P mit den Seiten AB, BC, CD, DA zusammen, so muß im Zustande des Gleichgewichtes die Kraft P oder die ihm entgegengesetzte K zu der Kraft L, oder der ihr entgegengesetzten I, wie die Breite zur Höhe des Prisma's sich verhalten. Welches aus der Aehnlichkeit der Dreiecke ONC und ADC folgt, indem sich verhält P : L = ON : NC = AD : DC.

§. 29.

Wenn, wie es mit den Kräften I, L, K §. 28 der Fall war, das Prisma ABCD Fig. 10 von dem Seile AS, der Stange FD und der

Unterlage DG in einer horizontalen Lage erhalten wird, und auf der Seite AD der Punct H beliebig angenommen wird, so ist jederzeit

$$P . CD = f . HD + f . HA,$$

d. h. das Moment der Belastung P ist der Summe der Momente der Kräfte, von denen das Seil AE ausgedehnt, und die Stange FD comprimirt wird, gleich, wenn nämlich f diese Verlängerung und Compression darstellt.

Nach dem Zusatze §. 28 verhält sich $f : P = CD : DA$, mithin ist $P . CD = f . DA$, es ist aber $f . AD = f(DH + HA)$ $f . HD + f . HA$, folglich ist

$$P . CD = f . HD + f . HA.$$

Zusatz 1. Ist also ABCD ein in einer Wand befestigter rechteckiger, prismatischer Balken, der mit einem Gewicht P an dem hervorragenden Ende dergestalt belastet ist, daß nur eine geringe Vergrößerung desselben erforderlich ist, um in der Durchschnittslinie AD einen Bruch zu bewirken, so giebt es in dieser Ebene eine horizontale Linie, um welche der Balken während des Bruches sich zu drehen bestrebt; sämmtliche Holzfasern oberhalb dieser Drehachse H werden nach Verhältniß ihres Abstandes von derselben ausgedehnt, diejenigen aber unterhalb derselben werden in demselben Verhältnisse zusammengedrückt. Und da H die Drehachse ist, so können offenbar alle Holzfasern, die in der Ebene HH^1 liegen, während des Bruches weder ausgedehnt noch zusammengedrückt werden; sie heißt daher die **neutrale Schicht**, die jederzeit etwas unter der Mitte des Balkens liegt.

Zusatz 2. Wenn, wie so eben gesagt wurde, H die Drehachse ist, so ist das Moment der Kraft, mit der die oberen Holzfasern ausgedehnt werden, $= f . HA$, und das Moment der Kraft, mit der die unteren Holzfasern zusammengedrückt werden, $= f . HD$. Das Moment des ganzen Widerstandes also, den die Fasern äußern, ist $= f . HD + f . HA$, d. h. es ist dem Momente der Kraft gleich, gleich der Kraft P multiplicirt in ihren Abstand von dem Unterstützungspuncte D.

§. 30.

Fig. 6. **Wird ein Balken an seinen beiden Enden M und N unterstützt, und in der Mitte seiner freien Länge das Gewicht P angebracht, so ist die Spannung Z dem halben Gewichte P, multiplicirt mit der halben freien Länge, gleich.**

Wird der gegebene Balken, statt ihn auf die Unterlagen M und N

zu legen, an die Gewichte Q, R so gehangen, daß er eine unverrückbare Lage erhält, so kann man diese Gewichte statt der Unterlagen setzen; der Balken ist dann den Wirkungen der Kräfte Q, R und P ausgesetzt, deren Richtungen unter einander parallel sind. Hieraus folgt, daß jeder der Stützpuncte die Hälfte des Gewichtes P tragen muß, weil es nach der Voraussetzung zwischen ihnen angebracht ist. Der Theil NT kann demnach als bei ST in einer Wand befestigt gedacht werden, während bei N ein Gewicht $= \frac{1}{2}$ P auf ihn wirkt; aus dem zweiten Zusatze §. 29 folgt demnach, daß $Z = \frac{P}{2} \cdot TN$; und wird die freie Länge $MN = L$ gesetzt, so ist $TN = \frac{1}{2}L$, also $Z = \frac{PL}{4}$.

Zusatz 1. Wenn zwei Balken gleiche Querschnitte und gleiche Spannungen, aber verschiedene freie Längen haben, so ist $\frac{PL}{4} = \frac{pl}{4}$, es verhält sich also

$$P : p = l : L,$$

d. h. die Gewichte verhalten sich umgekehrt wie die Längen.

Zusatz 2. Wenn zwei Balken gleiche Querschnitte haben, so stehen ihre Spannungen im zusammengesetzten Verhältnisse ihrer Längen und Gewichte; weil $Z = \frac{PL}{4}$ und $s = \frac{pl}{4}$ ist, es verhält sich also

$$Z : s = PL : pl.$$

Nun verhalten sich die Spannungen, wenn die Gewichte einander gleich sind, wie die Längen; demnach ist auch

$$Z : s = L^2 : l^2,$$

d. h. die Spannungen verhalten sich wie die Quadrate der freien Längen.

§. 31.

Fig. 11. Wenn in einem beliebigen Puncte C der freien Länge AB eines an beiden Enden unterstützten Balkens ein Gewicht P angebracht wird, so ist die Spannung S dem Gewichte P gleich, multiplicirt mit dem Rechtecke der beiden Abschnitte AC und BC, und getheilt durch die freie Länge AB, d. h. es ist $S = \frac{P \cdot AC \cdot CB}{AB}$.

Nach der Lehre vom Hebel verhält sich:

$$AB : AC = P : \text{zu dem Drucke im Puncte } B = \frac{AC \cdot P}{A \cdot B},$$

diese in B wirkende Kraft äußert auf den Punct C eine Spannung, die $= BC \frac{AC \cdot P}{AB}$ oder $= \frac{AC \cdot BC \cdot P}{AB}$ ist.

Für AB = L und AC = a, wird BC = L — a, wir haben also

$$S = \frac{a(L-a)P}{L}.$$

Zusatz 1. Sind die freien Längen zweier Balken, an denen in den Abschnitten a, b die Gewichte P, p angebracht sind, einander gleich, so verhalten sich die Spannungen wie die Gewichte multiplicirt mit den Rechtecken der Abschnitte, d. h. es verhält sich

$$S : s = a(L-a)P : b(L-b)p.$$

Zusatz 2. Sind die freien Längen verschieden, und die Gewichte in den Mitten derselben angebracht, so verhalten sich die Spannungen wie die Gewichte multiplicirt mit den Quadraten der Längen; dann ist

$$a = \tfrac{1}{2}L \text{ und ebenso } L - a = \tfrac{1}{2}L, \text{ folglich}$$

$$S : s L^2 . P : l^2 . p.$$

Zusatz 3. Sind die Gewichte einander gleich, so verhalten sich die Spannungen wie die Quadrate der Längen, dann verhält sich nämlich

$$S : s = L^2 : l^2.$$

Zusatz 4. Gleiche Gewichte bewirken die größte Spannung, wenn sie in der Mitte der freien Länge angebracht sind, weil dann das Rechteck, mit dem sie multiplicirt werden, ein Maximum ist.

§. 32.

Fig. 11. Wenn in einem beliebigen Puncte C des an seinen beiden Enden unterstützten Balkens AB ein Gewicht P angebracht ist, so äußert dasselbe in dem beliebigen Puncte D eine Spannung $= \frac{AC \cdot DB \cdot P}{AB}$.

Aus §. 31 ergiebt sich aber die Spannung im Puncte C $= \frac{AC \cdot CB \cdot P}{AB}$.

Die Spannung im Puncte C verhält sich aber zur Spannung in dem Puncte D = BC : BD, demnach verhält sich

$$BC : BD = \frac{AC \cdot CB \cdot P}{AB} : \frac{AC \cdot DB \cdot P}{AB},$$

welches die verlangte Spannung ist.

§. 33.

Fig. 12. Wenn ein Gewicht über einen Theil BC der freien Länge AB eines Balkens gleichmäßig vertheilt ist, so verhält sich die Spannung

in dem Puncte C, der das eine Ende des belasteten Theiles ist, zu der Spannung in demselben Puncte C, wenn das ganze Gewicht, welches über C gleichmäßig vertheilt ist, daselbst angebracht wird, wie $AB + AC : 2AC$.

Das über BC gleichmäßig vertheilte Gewicht sei P, welches in dem Schwerpuncte E des belasteten Theils BC angebracht ist, so ist nach §. 31 die Spannung in

$$E = \frac{(AB + \frac{1}{2}BC)CD.P}{AD} = \frac{(2AB + BC)CD.P}{2AD}$$
$$= \frac{(AB + AC)CD.P}{2AD}.$$

Nach §. 31 ist die Spannung in dem Puncte C, wenn das Gewicht P daselbst aufgehangen ist, $= \frac{AC.CD.P}{AD}$.

Demnach verhalten sich diese Spannungen zu einander wie

$$\frac{(AB + AC)CD.P}{2AD} : \frac{AC.CD.P}{AD} = AB + AC : 2AC.$$

§. 34.

Die positive Festigkeit eines Balkens, der einem Bruche durch eine senkrecht auf die Fasern wirkende Kraft widersteht, verhält sich wie das Product aus dem Querschnitte des Balkens an der Stelle, in welcher die Kraft wirkt, in den Abstand des Schwerpunctes desselben Querschnittes von dem Puncte oder der Linie, in der der Bruch endet.

Fig. 13. Es sei AB ein Balken von durchgängig gleichartiger Beschaffenheit, der an beiden Enden gehörig unterstützt und in der Mitte mit dem Gewichte P beschwert ist. Zerbricht der Balken, so zerreißen erst die in der Linie cd befindlichen Fasern, die dem Gewichte P gegenüberstehen und von ihm am weitesten entfernt sind; allmählich werden auch die Fasern in den Linien ef, gh, hi zerreißen u. s. f. bis zu denen in der obersten Linie, auf die das Gewicht unmittelbar wirkt. Die Fläche abcd stellt dann die Summe aller Fasern vor, die zerrissen werden, und da sie der Voraussetzung gemäß einander gleich sind, so wird jene Fläche auch die Summe der absoluten Festigkeiten der Fasern enthalten. In Bezug auf die positive Festigkeit des Balkens kann man von jeder Faser annehmen, daß sie am Ende eines Hebelarmes wirke, dessen Umdrehungspunct in der Linie cd liegt; daher wird jede dieser Fasern in der Linie cd dem Brechen mit einer Kraft widerstehen, die sich wie das Product aus ihrer absoluten Festigkeit in ihren Abstand db vom Mittelpuncte der

Bewegung verhält; der Widerstand sämmtlicher Fasern in der Linie bc wird demnach durch bc . bd ausgedrückt werden. Auf gleiche Weise kann die Summe des Widerstandes einer andern mit ab gleichlaufenden Reihe Fasern, z. B. ef durch ef . fb ausgedrückt werden, u. s. w. Die Summe aller dieser Producte wird mithin den ganzen Widerstand oder die ganze positive Festigkeit ausdrücken, die der Balken in diesem Querschnitte dem Gewichte P entgegensetzt. Aber die Summe aller dieser Producte ist gleich dem Producte der Fläche abcd in den Abstand ihres Schwerpunctes von der Linie ab, was zu beweisen war.

Zusatz 1. Bezeichnet man die Höhe bd des Balkens mit H und seine Breite cd mit B, so ist B . H der Inhalt des Querschnittes abcd. Sein Schwerpunct liegt in der Mitte und ist also von der Seite ab um die halbe Höhe db entfernt, dieser Abstand ist mithin gleich $\frac{1}{2}$H. Das Product der Fläche abcd in die Entfernung des Schwerpunctes desselben von der Linie ab ist demnach $= \frac{1}{2} B . H^2$. Bezeichnet man die positive Festigkeit des Balkens AB mit F, die eines andern mit f, ist ferner b die Breite und h die Höhe desselben, so verhält sich

$$F : f = B . H^2 : b . h^2, \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; 44)$$

d. h. bei Balken, deren Querschnitte Rechtecke sind, ist das Verhältniß der positiven Festigkeiten aus denen der Breiten und der Quadrate der Höhen zusammengesetzt.

Zusatz 2. Bei Balken, deren Querschnitte Quadrate sind, verhalten sich die positiven Festigkeiten wie die Cuben der Breiten oder Höhen; setzt man nun die Seiten des quadratischen Querschnittes = K und k, so verhält sich

$$F : f = K^3 : k^3$$

Zusatz 3. Bei cylindrischen Balken verhalten sich die positiven Festigkeiten wie die Cuben der Durchmesser. Wenn demnach D der Durchmesser des Querschnittes ist, so ist der Inhalt desselben $\frac{D^2 \pi}{4}$; und die Entfernung des Schwerpunctes der Brechungsebene von dem obersten Puncte derselben dem halben Durchmesser gleich. Es verhält sich also:

$$F \; f = \frac{1}{2} D . \frac{D^2 \pi}{4} : \frac{1}{2} d . \frac{d^2 \pi}{4} = D^3 : d^3.$$

Zusatz 4. Bei Balken, deren Querschnitte ähnliche Figuren sind, verhalten sich die positiven Festigkeiten wie die Cuben oder Würfel der gleichliegenden Seiten. Man kann also in der 44sten Proportion statt

der Höhen die Breiten, und statt der Breiten die Höhen setzen, dann verhält sich

$$F : f = B^3 : b^3 = H^3 : h^3.$$

§. 35.

Die positive Festigkeit eines auf die hohe Kante gelegten Balkens verhält sich zu der desselben Balkens, wenn er auf der breiten Seite liegt, wie die Höhe zur Breite. Also ist

$$F : F' = BH^2 : B^2H = H : B.$$

§. 36.

Die positiven Festigkeiten gleichartiger prismatischer Balken stehen im geraden Verhältnisse ihrer Breiten multiplicirt mit den Cuben der Höhen, und im umgekehrten der Quadrate der Längen.

Fig. 14. Sind BC und bc zwei gleichartige, horizontal in der Wand AD befestigte Balken, so verhalten sich ihre positiven Festigkeiten

$$F : f = BH^2 : bh^2.$$

Die positive Festigkeit eines Balkens besteht darin, die Haltbarkeit der Fasern zu unterstützen, dieser aber wirkt das Gewicht des Balkens entgegen, indem dieses die Fasern zu zerreißen strebt, diese beiden Kräfte stehen also im umgekehrten Verhältniß zu einander. Die Gewichte der Balken kann man sich in ihren Schwerpuncten vereinigt denken; dann sind die Wirkungen derselben ihren Momenten proportional; bezeichnet man diese Wirkungen mit V, v, und die Gewichte der Balken mit P, p, so verhält sich

$$V : v = MG . P : mg . p.$$

Die Entfernungen MG und mg sind aber den Längen der Balken proportional; bezeichnet man sie also mit L, l, so verhält sich

$$V : v = L . P : l . p.$$

Offenbar stehen die Gewichte P, p im geraden Verhältnisse der Längen, und im umgekehrten der Höhen der Balken, es verhält sich also:

$$P : p = \frac{L}{H} : \frac{l}{h};$$

folglich verhält sich auch

$$V : v = \frac{L^2}{H} : \frac{l^2}{h}.$$

Demnach verhält sich

$$F : f = v : V = \frac{H}{L^2} : \frac{h}{l^2}.$$

Diese Proportion mit der 44sten verbunden, giebt folgende:

$$F : f = \frac{BH^3}{L^2} : \frac{bl^3}{l^2}, \ldots\ldots 45)$$

§. 37.

Die positiven Festigkeiten der Balken stehen im umgekehrten Verhältnisse der Belastungen P, p, denn offenbar muß ein Balken, je mehr er belastet wird, um so mehr an positiver Festigkeit verlieren. Es verhält sich daher:

$$F : f = p : P = \frac{1}{P} : \frac{1}{p}.$$

Diese Proportion mit der 45) verbunden, erhält man:

$$F : f = \frac{BH^3}{L^2P} : \frac{bh^3}{l^2p} \ldots\ldots 46)$$

Hieraus ergiebt sich:

$$FP \gtrless \frac{BH^3}{L^2} \text{ oder } P = \frac{BH^3}{\beta L^2},$$

wo β ein durch Versuche zu bestimmender Coefficient ist.

Zusatz. Setzt man die freie Länge eines an beiden Enden unterstützten Balkens $= L$, so ist seine positive Festigkeit eben so groß als die eines Balkens, der nur mit einem Ende in einer Wand befestigt, und dessen Länge $= \frac{1}{2}L$ ist; für einen an beiden Enden unterstützten Balken gilt also die Gleichung: $P = \frac{BH^3}{\beta \frac{1}{4} L} = \frac{4BH^3}{\beta L^2}$, ein an beiden Enden unterstützter Balken kann demnach 4 mal so viel tragen, als ein eben so langer, der aber nur an einem Ende unterstützt ist. Setzt man nun $\frac{4}{\beta} = \frac{1}{b}$, so ergiebt sich $P = \frac{BH^3}{bL}$.

§. 38.

Bei runden Hölzern ist der Querschnitt ein Kreis, dessen Durchmesser sei $= D$, so ist nach der vorigen Gleichung für P der Quadratinhalt des

Querschnitts oder $BH = \frac{D^2\pi}{4}$, da ferner die Höhe eines runden Balkens seinem Durchmesser gleich ist, so ist $H = D$, also für diesen Fall

$$P = \frac{D^4\pi}{4bL^2} = 0{,}7854\ \frac{D^2}{bL^2}.$$

§. 39.

In der Gleichung $P = \frac{BH^3}{bL^2}$, welche die Belastung nur in soweit angiebt, als sie den Balken um ein Geringes in seiner Mitte biegt, durfte das Gewicht des Balkens nicht übergangen werden. Soll dagegen die Belastung dergestalt bestimmt werden, daß sie den Balken zum Bruche bringt, wenn sie um ein Geringes vermehrt wird: so ist das Gewicht des Balkens von zu geringer Bedeutung und kann daher aus der Gleichung für die Belastung wegfallen. — Nach §. 36 ist

$$V : v = L \,.\, P : l \,.\, p.$$

Da sich nun die positiven Festigkeiten umgekehrt wie die Spannungen verhalten, so verhält sich

$$F : f = V : v = \frac{1}{L \,.\, P} \cdot \frac{1}{l \,.\, p}.$$

Diese Proportion, mit der 45sten verbunden, giebt:

$$F : f = \frac{BH^2}{L \,.\, P} : \frac{bh^2}{l \,.\, p}.$$

Werden nun die Gewichte P, p der Balken, gegen die Belastung derselben als unbedeutend, weggelassen, indem sie einander gleich gesetzt werden; so ergiebt sich

$$F : f = \frac{BH^2}{L} : \frac{bh^2}{l}.$$

Nun verhalten sich aber die Spannungen umgekehrt wie die Belastungen, also haben wir auch

$$F : f = \frac{BH^2}{LP} : \frac{bh^2}{lp}.$$

Hieraus ergiebt sich:

$$FP \lesseqgtr \frac{BH^2}{L} \text{ oder } P = \frac{cBH^2}{L},$$

wo c ein durch Versuche zu ermittelnder Coefficient ist. Dieses ist die 20ste Gleichung.

Zusatz. Wenn ein Balken nur an einem Ende unterstützt und an

dem hervorragenden mit einer Last P beschwert ist, so findet die 20ste Gleichung zwar auch Anwendung, doch muß dann statt der beständigen Größe c eine andere c′ gesetzt werden; die Werthe von c′ für die gebräuchlichsten Holzarten sind in der Tabelle des §. 21 enthalten, sie sind ungefähr $\frac{1}{4}$ der Werthe von c in der Tabelle des §. 21; das Verhältniß von c zu c′ ergiebt sich aus dem Zusatze des §. 36.

§. 40.

Ist die Belastung P eines an beiden Enden unterstützten Balkens nicht in der Mitte seiner freien Länge angebracht, sondern in einem beliebigen Puncte, dessen Abstand von dem einen Unterlager = g ist, so ist der Abstand von dem andern Unterlager = L — g. Der Druck auf das erste Unterlager ist also $= \frac{L-g}{L} . P$, und auf das zweite $= \frac{g}{L} . P$. Zu Folge der 20sten Gleichung ist daher

$$\frac{L-g}{L} = \frac{c'BH^2}{g} \text{ folglich } P = \frac{c'LBH^2}{g(L-g)}.$$

Dieses ist die 33ste Gleichung (§. 23). Für die andere Seite ist

$$\frac{g}{L} P = \frac{cBH^2}{L-g'},$$

woraus für P derselbe Werth erhalten wird wie vorhin. Liegt das Gewicht in der Mitte des Balkens, so ist $g = \frac{1}{2}L$, und daraus folgt

$$P = \frac{c'LBH^2}{\frac{1}{2}L . \frac{1}{2}L} = \frac{4c'BH^2}{L},$$

oder weil $4c' = c$,

$$P = \frac{cBH^2}{L},$$

wie in der 20sten Gleichung. Es ergiebt sich hieraus, daß ein an beiden Enden unterstützter Balken in seiner Mitte das kleinste Gewicht tragen kann; oder daß, wenn ein Gewicht in der Mitte eines Balkens angebracht wird, es die größte Wirkung auf ihn äußert.

§. 41.

Wenn ein Balken AB (Fig. 15) an seinen Enden unterstützt ist, so kann gefragt werden, wie groß die Belastung P sein müsse, die denselben durch eine geringe Vergrößerung in einem beliebigen Puncte g zum Bruche bringt. Ist P das größte Gewicht, welches der Balken in seiner Mitte

tragen kann, und p das in g angebrachte, so verhält sich nach dem 2ten Zusatze §. 31

$$Ag \cdot Bg : \tfrac{1}{4}(AB)^2 = P : p.$$

Für $Ag = a$, ist $Bg = L - a$, demnach verhält sich

$$a(L - a) : \tfrac{1}{4}L^2 = P : p;$$

und dann ist

$$p = \frac{PL^2}{4a(L-a)} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 47)$$

Wird $a = L$, $a = o$, so heißt dies nichts anders als, das Gewicht p soll im ersten Falle in dem Unterstützungspuncte A und im zweiten in dem Unterstützungspuncte B angebracht werden, in beiden Fällen erhält es einen unendlichen Werth. Wird dagegen $a = \tfrac{1}{2}L$, so wird $p = P$, denn dann fällt der Punct g mit G zusammen.

Um den Punct g zu finden, in welchem das Gewicht p angebracht werden muß, damit der Balken daselbst breche, erhalten wir aus der Gleichung 47)

$$a = \frac{L}{2}\left(1 \pm \sqrt{\frac{p-P}{p}}\right).$$

Jedes Zeichen vor der Wurzelgröße giebt einen der Abstände Ag und gB.

§. 42.

Die positive Festigkeit eines Balkens, der an beiden Enden unterstützt und in der Mitte belastet ist, verhält sich zu seiner positiven Festigkeit, wenn dieselbe Last in dem beliebigen Puncte g (Fig. 15) angebracht ist,

$$= 4 : \frac{L^2}{b(L-b)}.$$

Paragraph 31, Zusatz 1 fanden wir:

$$S : s = a(L-a)\,P : b(L-b)\,p.$$

Setzen wir die Gewicht, P und p einander gleich, und das Gewicht P in der Mitte des Balkens AB in G angebracht, so wird $a = L - a = \tfrac{1}{2}L$, und wir haben:

$$S : s = \tfrac{1}{4}L^2 : b(L-b).$$

Es verhalten sich aber die positiven Festigkeiten umgekehrt wie die Spannungen, somit verhält sich:

$$F : f = \frac{4}{L} : \frac{1}{b(L-b)} = 4 : \frac{L^2}{b(L-b)} \quad \ldots \quad 48)$$

B. Von den Steinen.

§. 43.

Steine sind zum Bau solider Gebäude das unentbehrlichste Material, indem daraus die Wände derselben zusammengesetzt werden. Sie werden eingetheilt in natürliche und in künstliche Steine.

Von den natürlichen Steinen.

§. 44.

Die natürlichen Steine kommen auf der Oberfläche der Erde theils als Geschiebe theils als Felsen vor und sind nichts weiter als natürlich chemische Verbindungen verschiedener Erdarten; in einigen Steinarten ist jedoch nur eine einzige Erde mit einer Säure verbunden und dadurch die chemische Beschaffenheit derselben vollkommen charakterisirt. So sind z. B. die Kalkstein-, Marmor- und Kreidefelsen eine chemische Verbindung der Kohlensäure mit der Kalkerde; die Gypsgebirge eine Verbindung der Schwefelsäure mit der Kalkerde u. dgl. m. Die meisten sind Silikate der Thon-, Kalk- und Talkerde mit Eisenoxyd verbunden.

Nach den allgemeinen chemischen Eigenschaften unterscheiden sich die Erden und Steine von andern Naturkörpern hauptsächlich dadurch: daß das specifische Gewicht derselben nie 4,9 übersteigt, daß sie unverbrennlich und geschmacklos sind; im Wasser sind sie unauflöslich, wenn sie mit Kohlensäure verbunden sind, und im chemisch-reinen Zustande nehmen sie die Form eines weißen Pulvers an.

§. 45.

Kalkerde ist der wesentlichste Bestandtheil der Kalksteine, die sich hauptsächlich durch helle Farbe, regelmäßige Trümmer beim Bruch, durch Halbhärte und geringe Schwere auszeichnen. Kohlensaure Kalksteine geben nach dem Brennen den Kalk, schwefelsaure dagegen den Gyps. Im reinen Zustande heißt die Kalkerde reiner, lebendiger, ätzender Kalk. Sie ist weiß, herbe und brennend im Geschmack und wirkt ätzend auf thierische und Pflanzenstoffe. Für sich ist sie unschmelzbar; aber 3 Theile Kalkerde und 1 Theil Thonerde schmelzen leicht; auch mit Borax und Harnsalz ist sie leicht schmelzbar. — Die Kalkerde erhitzt sich im Wasser, lös't sich darin auf, zieht das Wasser aus der Luft begierig an, verbindet sich mit Schwefelsäure zu Gyps, mit Salpetersäure zu Kalksalpeter, mit

Salzsäure zu feuerbeständigem Salmiak und mit Flußsäure zu Flußspath. In Laugensalzen löſ't sie sich auf nassem Wege nicht auf und im Feuer nur in geringer Quantität. Blaue Pflanzensäfte färbt sie grün und hebt die Wirkung der Säuren auf dieselben auf.

Die Thonerde kommt in den Steinen mehrentheils mit Kieselerde verbunden vor; auch sind die Kieselsteine nie ganz frei davon. Mürbe Thonsteine können nach einiger Befeuchtung so hart gebrannt werden, daß sie am Stahle Funken geben. Reine Thonerde ist in Wasser schwer löslich, sie erweicht darin und hält das Wasser an sich. In starkem Ofenfeuer erhärtet sie mehr und mehr; aber vor dem Löthrohre mit Sauerstoff schmilzt sie zu einem weißlichen durchscheinenden Glase. In Verbindung mit Schwefelsäure bildet sie den Alaun, weshalb sie zuweilen auch Alaunerde genannt wird.

Kieselerde ist der Hauptbestandtheil der Quarz- und Kieselgebirge, die sich durch einen hohen Grad von Härte und Festigkeit auszeichnen, sie kommt am reinsten im Bergkrystall und im Opal vor und verbindet sich mit feuerbeständigem Laugensalze in starker Hitze unter Aufbrausen zu Glase.

Talk- oder Bittererde ist die Grunderde einer eignen Steinart. Diese Steinart zeichnet sich durch eine grünliche Farbe, geringe Härte und ein fettiges Anfühlen aus. Steine dieser Art ziehen nicht leicht Wasser an und sind darin unveränderlich.

In der Baukunst werden nun die natürlichen Steine theils nach ihren innern Bestandtheilen, theils nach ihrer Form, welche ihnen entweder von Natur zukommt, oder ihnen durch Kunst gegeben wird, eingetheilt.

Es giebt daher, wenn man die Bestandtheile der Steine in Erwägung zieht, Kalk-, Gyps-, Quarz-, Thon- und gemischte Steine, und wenn sie nach der Form behandelt werden: Quadersteine, Platten, Bruchsteine, Wacken, Feldsteine, Schiefer.

§. 46.

Kalksteine.

Aus diesen Steinen wird, wie bereits oben erwähnt wurde, der Kalk gewonnen. Die Kalkerde ist die Grunderde dieser Steine. Durch die innige Verbindung der Kalkerde mit der Kohlensäure und Wasser entstehen die kohlensauren Kalkarten. Als Baustoffe gehören hierher:

Bergmilch, Kreide, dichter Kalkstein mit seinen Arten, ver-

härteter Mergel, Kalktuff, Schaumkalk, Schieferspath, Braunspath, Stinkstein, Duttenstein, bitumöser Mergel.

1) Bergmilch. Die Bergmilch tritt gewöhnlich aus den Klüften der höchsten Kalkgebirge hervor und nimmt an der Luft eine festere Bindung an. Sie erscheint gewöhnlich gelblichweiß, zuweilen auch schneeweiß und von feinen staubartigen, aber zusammengebackenen Theilen, die zerbrechlich sind; sie färbt ab, hat ein feines und mageres Anfühlen, giebt beim Reiben zwischen den Fingern ein dumpfes Geräusch und ist so leicht, daß sie fast schwimmt.

Sie findet sich vorzüglich in den Schweizer-Alpen, bei Regensburg, in Baireuth, in Mähren und Böhmen, Oestreich, Baiern und Würtemberg. Zu einer Masse erweicht und in Formen gestrichen, läßt sich daraus ein Mörtel bereiten.

2) Kreide. Die herrschende Farbe derselben ist weiß; sie bricht stets derb, ist von erdigem Bruche, inwendig matt, undurchsichtig, sehr weich, leicht zersprengbar, stark abfärbend, fühlt sich mager und rauh an und hängt an der Zunge an. Sie ist, wie der reine Kalk, weder ätzend, noch in Wasser auflösbar, erlangt aber diese Eigenschaft durch starkes Brennen, wobei die Kohlensäure ausgetrieben wird.

3) Der eigentliche Kalkstein. Der Kalkstein, welcher roh als Baustein und gebrannt als Mörtel dient, kommt in drei Arten vor, nämlich als: dichter, blättriger und faseriger Kalkstein.

a. Dichter Kalkstein. Der gemeine dichte Kalkstein erscheint gewöhnlich in grauen Abstufungen, als: gelblich-, bläulich-, grünlichgrau, mehrentheils aber rauh- und aschgrün, mitunter grauweiß. Die dunkleren Abänderungen sind bläulich- und röthlichbraun, dunkelgrau und schwarz, buntfarbig und grauweiß geadert.

Sein Bruch ist derb, oder in Geschieben, und seine innere Bruchfläche hat ein mattes Ansehn, das von den beigemischten Spaththeilen oft glänzend wird. — Die Bruchstücke sind von unbestimmter Form, eckig, scharfkantig und an den Kanten gewöhnlich schwach durchsichtig. Er ist halbhart, spröde, leicht zersprengbar, völlig mager, kalt anzufühlen und nicht sonderlich schwer. Zuweilen trifft man ihn mit Versteinerungen von organischen Körpern, als: Muscheln, Schnecken, Korallen, Fischgräten u. s. w. untermengt. Er ist sehr allgemein, denn es besteht daraus ein großer Theil der Schweizer Alpen, Schwäbischen Alpen, der Gebirgszug zwischen Krain und

Kärnthen und die meisten Gebirge im Innern Oesterreichs, in Baireuth, Thüringen, einem Theile des Harzgebirges, desgleichen der Staufenberg, der Iberg u. a. m.

Der reine dichte Kalkstein bleibt, ohne starke Beimischung fremder Theile, selbst im stärksten Feuer unschmelzbar, brennt sich aber weiß. In Säuren löſ't er sich unter starkem Aufbrausen auf. Wie alle Kalksteine enthält auch er Kohlensäure und Wasser, ist niemals frei von Thonerden und manchmal mit einem beträchtlichen Theile Kieselerde vermengt.

Im Allgemeinen ist der dichte Kalkstein ein guter Mauerstein, namentlich zu Grundmauern in und über der Erde, an feuchten Orten und besonders im Wasser sehr brauchbar. Wo er aber abwechselnd der Nässe und dem Froste ausgesetzt ist, möchte er wohl weniger dauerhaft sein. Auch sind nicht alle Abänderungen gleich gut und dauerhaft, und die blauen und grauen Kalksteine haben vor den gelben den Vorzug, weil letztere in freier Luft ihre feste Bindung verlieren und weit leichter als erstere verwittern.

Häufig benutzt man sie zu Straßenpflaster, wozu man vorzugsweise die kieselhaltigen wählt; in der höheren Baukunst werden sie auch zu Steinmetzarbeiten verwendet.

Der Roggenstein ist eine körnige Verbindung des dichten Kalksteines mit einer mergel- oder thonartigen Masse, die sich, wenn ihre Körner fein sind, wieder in erstere verläuft. Sie besteht an sich aus sphärisch-runden Stücken, welche aus kleinen braunen oder rothen Kügelchen zusammengesetzt sind und deren Verbindungsmasse, welche die Zwischenräume ausfüllt, stets grau ist. Dieser Stein bricht nur derb, auf der Bruchfläche matt, im Bruche dicht, springt in unbestimmt eckige stumpfkantige Bruchstücke, ist undurchsichtig und feinkörnig, an den Kanten durchscheinend, weich, fast halbhart, fühlt sich nicht sonderlich kalt an und kommt dem leichten Kalksteine nahe.

Da er der Verwitterung sehr unterworfen ist, so giebt er keinen guten Baustein ab; der sehr feinkörnige aber nimmt zuweilen eine schöne Politur an, weshalb er wie Marmor gebraucht wird. Seines Thongehaltes wegen giebt er hydraulischen, aber schlechten Mörtel. Er bricht in Flötzgebirgen gewöhnlich in dichten Kalk- und Sandsteinen in mehreren über einander liegenden Lagern und findet sich sehr häufig in Schweden, in der Schweiz, in dem Mannsfeld'schen, Waimar'schen, Braunschweig'schen, am Harze, in Thüringen u. s. w.

b) Blätteriger Kalkstein. Diese Kalksteinart erscheint gewöhnlich weiß, nämlich: graulich-, gelblich-, röthlich-weiß und schneeweiß und von da in's Rauchgraue und mehrere Farben spielend. Er kommt aber auch perlbläulich, grünlich, röthlichgrau, bläulichschwarz, isabellgelb rc., meist aber in allen Farben eintönig, selten gestreift, gefleckt oder geadert vor.

Dieser Kalkstein bricht derb und wechselt inwendig vom Glänzenden bis zum Schimmernden ab. Sein Glanz steht zwischen Glas- und Perlmutterglanz mitten inne und sein Bruch ist geradblättrig. Bei dem feinkörnigen sind die Blätter oft so klein, daß sie mit dem bloßen Auge nur schwer erkannt werden. Er zerspringt in unbestimmteckige, etwas scharfkantige Stücke.

Abgesonderte Stücke sind klein und feinkörnig, gewöhnlich durchscheinend, und zwar, je größer das Gefüge seiner Blätter ist, desto mehr scheint er durch und erhält das Ansehen von krystallisirtem Salze, weshalb er den Namen salinischer Marmor erhalten hat. Die dunkleren Arten scheinen nur an den Kanten durch. Er ist halb hart, aber die feinblättrigen Arten sind am härtesten, spröde, mager und nicht schwer. Der weißkörnige Kalkstein ist für sich umschmelzbar und zerbröckelt im Feuer. Der gefärbte ist aber der ihm beigemengten fremdartigen Theile wegen öfters sehr leicht flüssig. Er besitzt ebenfalls die Eigenschaften, daß er mit Säuren aufbrauſ't, sich in denselben auflöſ't u. s. w.

Zu den bekanntesten Abänderungen des körnigen Kalksteins gehört vorzüglich der cararische Marmor, wie auch der parische Marmor von der Insel Paros im Archipelagus und mehrere geringere sächsische und schlesische Arten, welche namentlich zu Werken der höhern Baukunst verwendet werden. So giebt er auch einen vorzüglich brauchbaren Baustein, ist aber zu Feuerungen eben so wenig, wie alle Kalksteinarten, zu gebrauchen.

Zu Kalkmörtel ist er, wegen seines sehr geringen Gehaltes an Thonerde, bekanntlich der tüchtigste.

Er kommt fast in allen Ländern vor, unter anderm in Schlesien im Bunzlauer Kreise, in der Oberlausitz, in Böhmen bei Joachimsthal und an vielen Orten in Sachsen.

Eine nicht minder schöne Abänderung des blättrigen Kalksteines ist der Kalkspath. Er ist mehrentheils weiß, doch auch gräulich-, grünlich-, gelblichweiß.

Sehr oft kommt er in pyramidenförmigen, prismatischen, rhomboidalischen, tafelförmigen Krystallisationen und gewöhnlich von lauch= und olivengrüner Farbe vor. Auch findet man ihn braun, fleisch= und rosenroth, rauch=, gelblich= und grünlich=grau und graulich=schwarz, selten gelblichbraun und violett; zuweilen zeigt er ein buntes Farbenspiel.

Er bricht derb und eingesprengt, selten zellig, tropfsteinartig, nieren=, kugel= und mandelförmig, inwendig zeigt er oft einen starken Glas= oder Perlmutterglanz, ist im Bruche blättrig und zwar gerade, selten sphärisch=krummblättrig. Die aufgeschlagenen Bruchstücke haben fast immer eine regelmäßige Rhomboidalform, von der vollkommensten Durchsichtigkeit bis zum Durchscheinenden abwechselnd. Bei zwei entgegengesetzten Bruchflächen des vollkommen Durchsichtigen erscheinen alle durch ihn betrachteten Gegenstände doppelt.

Er ist halb hart, spröde, leicht zersprengbar und nicht sehr schwer. Er bricht in den Spalten und Klüften der Ur= und Flötzgebirge und auf den meisten Gängen in Begleitung von dichtem und blättrigem Kalkstein, Braunspath, Quarz, Schwefel und Kupferkies, Bleiglanz, Flußspath ꝛc.

Seiner geringen Härte wegen ist er als Baustein nicht wohl anzuwenden, wohl aber zu Decoration im Innern der Gebäude. Sein Vorkommen mit dichtem Kalkstein macht ihn zu einem guten Mörtel.

Er findet sich in Spanien Frankreich, England, Island, Schweden, Rußland, Polen, Kärnthen, Steyermark, Ungarn, im Salzburg'schen, Saalfeld'schen, im Harze u. s. w.

Eine schöne Abänderung dieses Uebergangskalksteines in Begleitung mit Thonschiefer findet sich zu Kalkgrün in Sachsen und sonst im sächsischen Erzgebirge, am Harze u. s. w. — Einige, namentlich die gefärbten Abänderungen sowohl des dichten als des blättrig=körnigen Kalksteines werden im gemeinen Leben Marmor genannt.

Der Name Marmor ist eigentlich nur ein technologischer Ausdruck, womit Techniker jede Art von Kalkstein, welche eine Politur annimmt und bunt geadert, gefleckt oder gestreift ist, bezeichnen. Die Färbung dieser Kalksteinabänderungen liegt theils in dem Gemisch ihrer Bestandtheile und der theilweisen Veränderung ihres Zustandes, namentlich des in dem Steine gemischten Eisens und Braunsteines u. s. w., theils rührt sie von der theilweisen Zersetzung ihrer Bestandtheile und Aufnahme anderer fremdartiger Auflösungen und Bindemittel in die dadurch entstandenen Spalten und Risse her.

Unter die Abänderungen des dichten und blättrigen Kalksteines, von denen aber nur in der höhern Baukunst Gebrauch gemacht wird, gehören:

α) Der Muschelmarmor mit gelblichem Grunde und grünem und rothem muschlichen Farbenspiele.

Er besteht aus einer sehr vollkommenen Zusammensetzung von Muscheln und Schalen durch ein kalkartiges Bindungsmittel, ist von großer Dichtigkeit und nimmt eine schöne Politur an. Er ist selten und kommt namentlich zu Bleiberg und Villach in Kärnthen von vorzüglicher Schönheit vor.

β) Der Ruinenmarmor, auch Florentiner-Marmor. Die durch mancherlei Ursachen und das Zusammentreffen verschiedener Umstände entstandenen felsenartigen und ruinenförmigen Zeichnungen machen diese Steinart besonders merkwürdig; denn es stellen sich oft Bildungen ganzer Landschaften mit Felsen, Bäumen und Gewölke, Gebäude und Ruinen dar. Die Abänderung, welche bloß baumförmige Zeichnungen darstellt, nennt man dendritischen Marmor. Der schönste Ruinenmarmor, unter dem Namen Alberese bekannt, bricht in den Gebirgen Rimago, zwei Meilen von Florenz. Außerhalb Italien ist er unter dem Namen Florentiner-Marmor bekannt.

γ) Der steinartige Marmor mit graugelbem Grunde und eingestreuten gelben Puncten und Adern wird für eine Versteinerung von Schalthieren und Korallen gehalten. Die Italiener nennen ihn Stellaria und Castracano.

δ) Der schöne schwarze spanische Marmor mit gelben Flecken.

ε) Der seltene schwarze chinesische Marmor mit weißen Flecken. Die Alten bezogen den schwarzen Marmor von dem Vorgebirge Tänarus in Lakonien und kannten außerdem den chinesischen von der Insel Chio, den thebäischen aus Egypten u. s. w. Mehrere schwarze Marmorarten, weiß geadert, findet man in Sachsen und Schlesien.

ς) Der griechische Marmor und der von Adrianopel mit schwärzlichen, grauen, blaßrothen und Isabellenflecken.

η) Der egyptische, Cipollino, ist blaßgrün mit großen weißen Flecken und Adern.

ϑ) Der afrikanische Marmor ist roth und braun gefleckt mit weißen Adern und grünen Streifen; desgleichen mit röthlich-weißem Grunde und zarten weißen und schwarzen wellenförmig laufenden Adern.

ι) Der Marmor von Aleppo in Asien, roth, gelb und grau gefleckt, mit vollkommen mattem und feinsplittrigem Bruche, auch gelb und roth gestreift.

κ) Der Giallo antico ist dunkelgoldgelb und isabellenfarbig mit weißen Adern. Auch findet man ihn einfarbig. Die Alten bezogen diesen Marmor aus Numidien. Der gelbe spanische ist sehr berühmt, man findet ihn in Aragonien, Altcastilien, Loyala, Lamancha und in Siena. Am Zeptenberg in Schlesien bricht gelb und schwarz gefleckter Marmor.

λ) Der Verde antico ist schwärzlich-grün mit hellen und dunkeln Flecken. Die Alten bezogen den grünen Taygetischen aus Lakonien und dem Karystischen. Dunkelgrüner Marmor bricht im Guberlinski'schen Ural und hellgrüner in Taurien bei Kiächta.

μ) Der schwedische rothbraune dichte Kalkstein mit eingesprengten kleinen Versteinerungen u. s. w.

ν) Der Rüdersdorfer bunte Kalkstein mit großen blauschwarzen Flecken auf gelbgrauem Grunde und weißen Adern.

ξ) Weißer Kalkstein mit rothen Adern bricht bei Waldheim in Sachsen und in der Grafschaft Wernigerode am Harze. Desgleichen roth-, schwarz- und graugestreifter bei Blankenburg im Braunschweig'schen.

c) Faseriger Kalkstein. Er zerfällt in gemeinen faserigen Kalkstein als erste und in Kalksinter als zweite Art.

Er kommt sowohl in uranfänglichen, als in Flötzgebirgen, oft mit beibrechendem Kalkspath und körnigem Kalksteine, verhärtetem Thone, Thonschiefer, Quarz u. s. w. vor. Er findet sich selten in derben Lagern von einiger Mächtigkeit, weit mehr aber als einen Ueberzug und als Kalksinter, in den Kalkhöhlen der Flötzgebirge in Form fremdartiger Gestalten, als Zapfen, Röhren, Hahnekämme, Stauden u. s. w. aufgesetzt. Auch findet man ihn in alten und selbst neuen Grubenbauten und in den meisten heißen Quellen, die ihn als Bodensatz absetzen.

Der faserige Kalkstein ist eine aus Kalktheilen fest zusammengekittete Kalkmasse und nach seinen äußern Kennzeichen sehr kennbar.

Seine gewöhnliche Farbe ist weiß und zwar bläulich-, graulich-, gelblich-, grünlich-, röthlich-weiß. Oft wird er durch die ihm beigemischten Metallkalke und Metalltheile blaßgrün, gelb, roth, himmelblau u. s. w.

Seine natürliche Oberfläche ist gewöhnlich rauh und oft drüsig, die innere Bruchfläche aber selten matt, meist schimmernd, fast mit Seidenglanz glänzend. Der Bruch selbst faserig, vom Höchstzartfaserigen bis in's Grobfaserige wechselnd und meistens stern- und büschelartig auseinander laufend, daher selten in parallelen Bögen, aber jederzeit gerade.

Zuweilen geht dieses Bruchansehen auch in's Strahlige über und nähert sich in andern Abänderungen dem Unebenen und Splitterigen. Er springt gewöhnlich keilförmig und splitterig und ziemlich scharfkantig, selten unbestimmt eckig, ist spröde und leicht zerspringbar.

Kommt er in mächtigern Lagern vor, so wird er nach dem Grade seiner Güte, Dichtigkeit und Schönheit theils als Baustein, theils als Marmor gebraucht, ist aber nicht mit dem zu der schwefelsauren Kalkgattung gehörenden Alabaster zu verwechseln.

Seiner gewöhnlich porösen Oberfläche wegen ist er einer vorzüglichen Bindung fähig und liefert, wenn er nicht zu viel fremde Erden, namentlich Thonerde und Bittererde, enthält, einen guten Kalkmörtel.

Er wird in England, Frankreich, Italien, zu Tivoli in Savoyen, Tyrol, Kärnthen, Ungarn, in Polen, in Sibirien, in Thüringen, am Harze und an verschiedenen Orten Deutschlands gefunden.

d) Der Erbsenstein. Er ist schnee=, graulich=, röthlich=, gelblich=weiß, derb und nur in seinen Höhlungen etwas kleinnierig, inwendig matt, im Bruche scheinbar eben mit unbestimmteckigen, scharfkantigen Bruchstücken und aus äußerst dünnen concentrisch schaligen, abgesonderten Stücken, die ebenfalls wieder solche Stücke bilden, die vom Groß= bis zum Kleinkörnigen wechseln, bestehend, und durchsichtig, weich, spröde und nicht schwer.

e) Schaumkalk. Er ist gelblich=, grünlich= und silberweiß, derb und eingesprengt, innwendig glänzend, in der festen Art mit krummblättrigen, in der weicheren mit schuppenartigen Theilen und unbestimmteckigen Bruchstücken, groß=, grob= und kleinkörnig, abgesondert, undurchsichtig, abfärbend, fast zerreiblich, mit dumpfem Rauschen, seidenartig sich anfühlend und leicht.

Er wird zum Feintünchen, Weißen und Abglänzen vorher abgeschliffener Wände verwendet.

Er besteht aus Kalkerde und Luftsäure in einem solchen Verhältnisse, daß er sich noch nicht gehörig verhärten konnte.

Seine Heimath ist Thüringen, in der Gegend von Eisleben, in den dortigen Kalkflötzgebirgen, wo er in der sogenannten Rauchwacke zu finden ist.

f) Schieferspath. Der Schieferspath ist ein kalkartiges, aus groß=, nur selten aus kleinkörnigen abgesonderten Stücken bestehendes, weißliches Fossil, welches dem Kalkspathe, dem Braunspath und der Schaumerde nahe verwandt ist.

Seinen äußern Kennzeichen nach ist er weiß, mit buntem Farbenscheine, bricht derb und eingesprengt, ist inwendig bald wenig glänzend, bald wie Perlmutter. Er springt in scheibenförmigen Bruchstücken und besteht aus unendlichen, meist grobkörnigen, zum Theil dünn- und krummschälig abgesonderten Stücken, ist an den Kanten stets durchscheinend, weich, spröde, nicht sonderlich schwer und fettig anzufühlen, ist von wenig Nutzen in der Baukunst, aber gut zum Eisenflusse.

g) Braunspath. Dieses Fossil wurde früher gewöhnlich zum Kalkspathe gerechnet, aber die vorwaltende Kalkerde in ihm und die wesentliche Verschiedenheit seiner Kennzeichen charakterisiren ihn als eine eigene Kalkgattung.

Seine Farbe ist gewöhnlich grünlich-, gelblich-, röthlich-milchweiß, die vom Röthlichen in's Rosenrothe, Blutrothe und Braunrothe übergeht. Der Luft ausgesetzt, verändert er seine Farbe und wird dann gelbgrau, dunkelgrau und grau-braunschwarz und vom Eisen- und Braunsteingehalte metallisch anlaufend. Sein Bruch ist derb, eingesprengt, mitunter auch eiförmig-kugelig, zerfressen und mit tafelartigen Eindrücken auf einer zartdrüsigen Oberfläche versehen; häufig kommt er auch krystallisirt vor. Die innere Bruchfläche zeigt bald starken, bald minder starken Perlmutterglanz und hat ein weniger vollkommenes blatterartiges Gefüge als der Kalkspath. Die Bruchstücke haben eine rhomboidale Form und sind auf allen Seiten spiegelnd, die nur an den Kanten durchscheinend sind. Er ist etwas härter als der Kalkstein, spröde, leicht zersprengbar und ziemlich schwer.

Man findet ihn fast noch häufiger als den Kalkspath und er macht unter anderm in dem sächsischen Erzgebirge eine sehr wichtige und zugleich erzführende Gangart aus und kommt bei Freiberg, Schneeberg, Annaberg und im Neustädter Kreise bei Kammsdorf, ferner in Böhmen, Schwaben, Thüringen und im Harze u. s. w. vor. Er giebt gebrannt einen sehr guten wasserdichten Mörtel.

h) Stinkstein. Seine gewöhnliche Farbe ist grünlich-schwarz oder dunkel-rauchgrau, mitunter auch gelblich-braun u. s. w. Er bricht nur derb und ist innerlich schimmernd, wenig glänzend und matt, mit theils dichtem, theils blättrigem Bruche. Er ist undurchsichtig, halb hart, spröde, leicht zersprengbar, giebt beim Reiben einen widerlichen, meist urinösen Geruch von sich und ist nicht schwer.

Er findet sich nur in Kalkflötzen und kommt darin in mächtigen Lagern

vor. Einzeln bildet er auch große, oft ungeheure und meist nackte Felsen.

Als Baustein ist er zu Mauern, welche der abwechselnden Witterung ausgesetzt sind, nicht tauglich, wohl aber zu Grund- und Wassermauern und überhaupt im Feuchten anwendbar. Auch verfertigt man Wassertröge, Ausgußsteine, Treppenstufen, Fußbodenplatten u. s. w. daraus. Gebrannt ist er nicht so weiß, als die andern Kalksteine, giebt aber einen vortrefflichen bindenden Mörtel, obgleich er etwas mager ist. Der Stinkschiefer macht hiervon eine Ausnahme.

Man findet ihn in Frankreich, Flandern, Brabant, in der Schweiz, in Baiern, in Thüringen, in Sachsen, Böhmen, Schweden und andern Orten.

i) Mergel. Ist ein innig verbundenes Gemenge von Kalk- und Thonerde und gehört unter die gemengten Gypsarten. Er kommt flötzweise in Flötzkalkgebirgen und in der Nähe von Basalt und Steinkohlen häufig vor, ist gelblich und aschgrau, besteht aus staubartigen, theils losen, theils zusammengebackenen Theilchen und ist zerreiblich, abfärbend, matt und erdig.

Er kommt auch verhärtet vor, ist dann ebenfalls grau, meist derb, inwendig matt, auf den Klüften schimmernd, im Bruche dicht, erdig, splitterig, schieferig, auch wohl muschelig und heißt dann Steinmergel.

Die erste Art widersteht dem Feuer mehr oder weniger, brennt sich weiß, schmilzt nicht, sintert sich aber zusammen. Die letzteren Arten schmelzen gewöhnlich schön für sich bei etwas starker Hitze zu Glas.

Er wird zwar als Baustein verwendet, ist aber dem Verwittern sehr ausgesetzt.

Zu diesen Steinen zählen wir noch den Duttenschiefer und den bituminösen Mergelschiefer.

§. 47.

Unter den bisher aufgezählten kohlensauren Kalksteinen ist der Marmor in jeder Beziehung der beste Mauerstein.

Wo der Marmor sehr gemein ist, vermauert man ihn wie einen bloßen Bruchstein, wozu man sich theils der Bruchstücke, die keine schönen und hellen Farben haben, theils der Abgänge bedient, die man bei dem Brechen und Bearbeiten der Marmorblöcke erhält. Die großen und schönen Stücke werden zu Quaderstücken oder andern Baustücken verarbeitet und

aus den ferneren Abgängen, wie wir bereits gesehen haben, Kalk gebrennt.

Aus der vorhergehenden Aufzählung der Kalksteine erhellet schon, daß nicht alle Kalksteine mit sicherem Vortheile zu Mauersteinen verwendet werden können, da viele an der Luft zerfallen oder verwittern und einige gar keine Lager darbieten.

Ueberhaupt aber halten die Kalksteine nicht gern den Winterfrost aus; daher sind diejenigen Kalksteine, welche im Herbst gebrochen und den Winter über an der freien Luft gelegen haben, nicht so brauchbar, als die im Frühjahr gebrochenen.

Von den Kalksteinen können, im Fall man aus der Erfahrung weiß, daß man eine solche Gattung hat, die der Verwitterung nicht ausgesetzt ist, alle Arten von Mauerwerken hergestellt werden; im entgegengesetzten Falle soll man aber bloß die Fundamente der Gebäude, die stets unter der Erde liegen, wodurch diese Steine immer ihre natürliche Grubenfeuchtigkeit behalten, von solchen aufführen oder wenigstens die äußere Seite mit gebrannten Steinen verkleiden. Zu Riegelwandungen oder Scheidewandungen innerhalb der Gebäude ist jedoch jede Art von Kalksteinen dienlich.

In Brüchen werden die Kalksteine zu Klaftern, 6 Fuß lang, 6 Fuß breit und 3 Fuß hoch, aufgesetzt und eine solche Klafter hat 108 Kubikfuß. Da bei dem Gemäuer aber natürlich die Steine enger zusammengesetzt werden als in den Haufen, so können aus 108 Kubikfuß keine 3 Kubikklaftern Mauerwerk hergestellt werden. Aus Erfahrung ist bekannt, daß zu 3 Klaftern oder 108 Kubikfuß festes Gemäuer 144 Kubikfuß Bruchsteine erfordert werden. Man kann daher auf eine Klafter Mauerwerk 48 Kubikfuß Bruchsteine näherungsweise rechnen.

Gypssteine.

§. 48.

Reine Kalkerde in Verbindung mit Schwefelsäure bildet Gyps (Selenit), welcher in seinem natürlichen Zustande stets genau mit Wasser verbunden, nicht aber immer hinreichend mit Schwefelsäure gesättigt ist, weil in ihm die Kalkerde vorwaltet. Indessen geht die Verbindung der Schwefelsäure mit dem Kalke fast größtentheils unter demselben Verhältnisse vor, und man kann annehmen, daß der gewöhnlich vorkommende

Gyps aus 0,46 Theilen Schwefelsäure, 0,32 Kalkerde und 0,22 Wasser bestehe, welches letztere er zu seiner Krystallisation bedarf.

Wir lassen nun hier die Aufzählung der verschiedenen Arten Gypssteine als Mauersteine in geognostischer Beziehung folgen:

a) Gypserde ist unter die Mauersteine nicht zu rechnen, verdient aber doch hier aufgezählt zu werden, da sie öfters mehr oder weniger zusammengebacken vorkommt und in diesem Falle zum Belegen von Fußböden angewendet werden kann.

b) Gemeiner dichter Gyps. Seine gewöhnliche Farbe ist asch-, rauch- und gelb-grau, in den schöneren Abänderungen gelblich- und graulich-weiß und zuweilen honiggelb und fleischroth. Oftmals finden sich mehrere dieser Farben in einem Stücke beisammen, welche verschiedene Zeichnungen bilden.

Er bricht jederzeit derb in ganzen Flötzen, ist inwendig schwachschimmernd, im Bruche dicht und theils eben, theils splitterig, springt in unbestimmteckige, stumpfkantige Bruchstücke, ist bald mehr, bald weniger, oft nur an den Kanten, oft auch gar nicht durchsichtig. Er ist weich, leicht zersprengbar und wenig schwer.

Der dichte Gyps läßt sich fast eben so bearbeiten, wie der Marmor, nimmt aber seiner Weichheit wegen keine schöne Politur an; dagegen ist er wegen seines stärkeren Zusammenhanges der Theile und seiner Dauer bei abwechselnder Witterung als Baustein zu Mauerwerk dem körnigen und allen anderen Gypsarten vorzuziehen.

Beide Gypsarten, der dichte sowohl als der körnige, wenn sie schön weiß vorkommen und Politur annehmen, werden Alabaster genannt und dann vorzugsweise von den Bildhauern verarbeitet.

Der Gyps kommt häufig als untergeordnete, oft als selbstständige Gebirgsart vor, dient nicht selten dem Sandstein und Flötzkalkstein zur Unterlage und bildet ganze, gewöhnlich nur niedrige Hügel, zuweilen auch hohe, mit vielen Klüften durchzogene Gebirge und größere und kleinere Felsen.

Die Gypsgebirge bestehen größtentheils aus körnigem Gyps und wechseln flötzweise mit dem dichten und faserigen Gyps, auch mit Frauenseis oder spathigem Gyps, wie auch mit dichtem Kalkstein, Mergel, mit Thonschiefer, Steinkalk und Steinsalz ab.

Eigenthümlich sind den Gypsgebirgen die darin vorkommenden Salz-

quellen, Kalkschlotten, Erdfälle und Höhlen oder Zwerglöcher, welche letztere durch die Zerklüftung entstanden sind.

Man kann älteren und neueren Gyps unterscheiden. In dem älteren Gyps finden sich Salzquellen, Höhlen u. s. w. Er enthält auch nur dichten und körnigblättrigen Gyps und Fraueneis, ist fest und meistens rein. Der neuere Gyps oder der späterer Formation besteht mehrentheils aus faseriger Gypsmasse, ist mehr oder weniger unrein und gewöhnlich mit Thon gemengt.

Man findet den Gyps in Thüringen, bei Ilmenau, Weimar, am Fuße der Finngebirge, unweit Eckartsberge bis in die Gegend von Cölleda, Weißensee, Tennstädt und Langensalza, über Freiberg bis Nebra an der Unstrut, Merseburg, Eisleben, Sangershausen, Rosla, Nordhausen, Ihlefeld, Quedlinburg, Blankenburg, im Waldeck'schen, in Hessen, Oberbaiern, Anspach, Baireuth u. s. w.; ferner in Würtemberg bei Eßlingen, im Canton Bern, in Italien am Fuße der Apenninen, im Piemontesischen u. s. w.

c) Blättrig-körniger Gyps. Er ist von schnee-, graulich-, gelblich- und röthlich-weißer Farbe, gelblich-, rauch-, asch- und grünlich grauer Farbe, sieht auch zuweilen ganz gelb, roth und grün.

Er bricht derb und eingesprengt und findet sich auch krystallisirt, nämlich in sechsseitigen, an den Enden flach zugeschärften Säulen, die gewöhnlich paarweise beisammen sind und Zwillingskrystalle bilden; und in gemeinen Linsen mit einer rauhen Oberfläche. Er wechselt inwendig vom Glänzenden bis zum stark Schimmernden ab. Die Stärke des Glanzes richtet sich nach der Größe der Blätter und ist gewöhnlich perlmutterartig. Der Bruch ist gewöhnlich etwas krummblättrig, von einfachem Durchgange und verschiedener Größe der Blätter. Zuweilen ist der Bruch auch strahlig, als schmal- und kurzstrahlig, gewöhnlich sternförmig auseinanderlaufend. Mit einigen Abänderungen geht er in dichten und faserigen Gyps über.

Eigenthümlich sind die in ihm einzeln eingewachsenen Krystalle fremdartiger Erdstoffe, wie Quarzkrystalle von rother Farbe, wie bei dem spanischen und Langensalzer in Thüringen; Kalkspath und Borazíten — in dem Gypsgebirge zu Lüneburg; Kalkstein, Stinkstein, Kochsalz, Schwefel im Magdeburg'schen u. s. w.

d) Faseriger Gyps. Dieser kommt in den vorhergehenden Arten gewöhnlich nur in geringer Menge vor. Seine Grundfarbe ist weiß,

welche bald in's Graue, Rothe und Grüne spielt, bald von mehreren dieser Farben gestreift oder geadert ist.

Er bricht derb, mehrentheils in dünnen Schichten, wechselt inwendig meist mit Perlmutterglanz vom Glänzenden bis zum Wenigglänzenden ab, springt in langsplitterige Bruchstücke und ist durchscheinend, weich, leicht zersprengbar und wenig schwer. — Der Bruch ist faserig, gleichlaufend und höchst zart- oder auch grobfaserig mit gebogenen, theils geraden Fasern.

e) Fraueneis, spathiger Gyps, wird in der Baukunst nicht angewendet.

§. 49.

Quarz.

Dieser kommt selten in ganzen Gebirgen vor, ist dieses aber der Fall, so findet er sich in Lagern, die dem Gneiße oder Glimmerschiefer, dem Granit und Thonschiefer untergeordnet zu sein scheinen, weil er gewöhnlich in Lagern mit und zwischen diesen Gebirgsarten vorkommt. Dergleichen Quarzlager liegen nicht selten mehrere übereinander und bilden so ein ganzes Gebirge, wie dies zu Oberschöna und Frauenstein, zu Hartmannsdorf bei Chemnitz im sächsischen Erzgebirge, zu Großschönau in der Oberlausitz u. a. O. mehr der Fall ist.

Wo die Quarzlager zu Tage stehen, da erheben sie sich in großen Felsenmassen in beträchtlicher Höhe über die Oberfläche anderer Gebirge. Dieses ist z. B. der Fall bei Wenschendorf im nördlichen Theile des Bunzlauer Kreises in Böhmen, der Pfahl unweit Regen in Niederbaiern, am Fichtelgebirge in der Oberpfalz 2c.

Zuweilen geht er in Hornstein und, wenn er mit Glimmer und Feldspath gemengt ist, in Granit über.

Seiner Härte wegen wendet man ihn nur beim Straßenbau und zu Pflasterungen an; er wird aber auch, wo man ihn häufig findet, zu starken Mauern in und über der Erde verwendet.

Der Quarz gehört unter die Kieselarten und unterscheidet sich von andern Steinarten durch seinen glasartigen Bruch; außerdem findet er sich als Bergkrystall, namentlich in stumpfeckigen und runden Geschieben, welche Kiesel heißen, ebenso in Sand, woraus die Sandsteine bestehen, indem ganz kleine Quarzkörner durch Thon zu einer Masse verbunden werden.

Die Quarzsteine zerspringen im Feuer und werden mürbe; daher können auch die aus Quarztheilen zusammen verbundenen Steinmassen, wie die Sandsteine, keine Feuerhitze von hohem Grade aushalten, doch

giebt es auch wiederum solche, die der strengsten Feuerhitze Widerstand leisten und daher zum Bau von Hohöfen verwendet werden. — Diese Quarzsteine sind unter den natürlichen die vorzüglichsten Bausteine, gehören aber unter die gemengten Steinarten, daher sie unter diesen näher betrachtet werden sollen.

§. 50.

Thonartige Steine. Diese bestehen aus einem festen und verhärteten Thon. Gewöhnlich haben sie einen einschaligen Bruch und kleben, wenn man daran leckt, an der Zunge.

Sie finden sich entweder in ganzen Gebirgsgängen oder nur schieferig in einzelnen Lagen. Die in ganzen Gebirgen brechen, liefern ihrer guten Lager wegen schönes Mauermaterial, stehen aber den Sandsteinen, da sie nie in so großen Stücken brechen und nicht so leicht zu bearbeiten sind, immer nach. Zu Feuerwerken sind sie fast noch untauglicher, als die Sandsteine, weshalb man sich ihrer weder zu Kaminen, noch zu anderm dem Feuer ausgesetzten Bauwesen bedienen darf. Auch sind sie dem Verwittern sehr ausgesetzt.

Zu den Thonsteinen gehört auch der Thonschiefer von schwärzlich-, grünlich- oder gräulich-grauer Farbe, er ist hart und klingend und besitzt auf seiner Oberfläche einen ziemlichen Glanz. Man bedient sich seiner zum Dachdecken und er erhält daher den Namen Dachschiefer.

An Orten, wo derartige Brüche vorhanden sind, werden sie, mit Ausnahme der Feuerwerke und Kamine, zu allen Bauarbeiten verwendet. Ist dieser Schiefer glühend geworden, so zerspringt er und wird mit Gewalt fortgeschleudert, wodurch er dann andere Gebäude leicht in Brand stecken kann. Der schwarze Schiefer wird für den besten gehalten.

Um die Güte der Dachschieferarten zu erfahren, stellen die Schieferdecker die Feuer- und Wasserprobe damit an. Bei der Feuerprobe legt man ein Stück Schiefer in starkes Feuer, bis es abgebrannt ist; zerspringt es hier nicht, so ist dies ein Zeichen von vorzüglicher Güte. Die Wasserprobe besteht darin, daß man ein Stück Schiefer des Winters in Wasser steckt und gefrieren läßt, wobei er weder verwittern noch zerfrieren darf.

Urthonschiefer wird diejenige einfache Gebirgsart genannt, welche nach ihrem geognostischen Vorkommen in der Reihe der Gebirgsarten unter die uranfänglichen Gebirge gehört, zum Unterschiede von einer, wahrscheinlich späteren Thonschieferbildung, welche zu den Flötzgebirgen zu gehören scheint. Man unterscheidet daher Urthonschiefer und Flötz-

thonschiefer. Letzterer ist an seinem völlig matten Ansehen, an den ihm beigemischten Versteinerungen und Abdrücken organischer Körper und an dem in ihm vorkommenden, sehr feinkörnigen Kalksteine kenntlich, welcher nicht nur dem dichten Kalksteine sehr nahe kommt, sondern auch in diesen übergeht.

Der Thonschiefer gehört zwar zu den einfachen und ungemengten Gebirgsarten, hat aber nicht selten zufällige Gemengtheile, als Quarz, Hornblende, Granaten, Feldspath, Schörl, Glimmer, Chloritschiefer, dichten und körnigen Kalkstein, Kalk- und Braunspath, Schwefelkies, Zinnober, gediegenes Silber u. s. w. Dem Urthonschiefer untergeordnet sind: Dachschiefer, Wetzschiefer, Alaunschiefer, schwarze Kreide, Chloritschiefer, Talgschiefer, Kieselschiefer, körniger Kalk.

Der Urthonschiefer grenzt dem Alter nach an den Glimmerschiefer, auf den wir später zurückkommen, der weit ausgedehnte, oft sanft ansteigende, oben abgeplattete Gebirge bildet. Er kommt im sächsischen Erzgebirge in der Gegend von Schneeberg, im Voigtlande, im Bambergschen, in Thüringen vor; er findet sich auf dem Harze bei Stollberg, Osterode, Andreasberg, Hüttenrode, Goslar und an vielen andern Orten mehr.

§. 51.

Von den gemischten Steinarten.

Von diesen werden beim Bauen verwendet:

a) Der Granit. Dieser gehört unter die uranfänglichen Gebirgsarten, ist unter allen Gebirgsarten die älteste, wird in den höchsten, wie in den tiefsten Puncten unserer Erde angetroffen und macht das Grundgebirge derselben aus.

Als später entstandene Granitarten sind diejenigen zu betrachten, die mit anderen uranfänglichen Gebirgsarten, namentlich mit dem Gneiß, abwechseln und in denselben übergehen. Dieser ist eine gemengte Gebirgsart, die wesentlich aus einem körnigen Gemische von Feldspath, Quarz und Glimmer besteht, der aber andere Gemengtheile noch zufällig beigemengt sein können. Die Farbe des Granits hängt von dem Verhältnisse seiner Gemengtheile ab. Da nun der Feldspath einen Hauptheil seiner Gemengtheile ausmacht, so bestimmt auch dieser im allgemeinen seine Hauptfarben.

Der Feldspath kommt darin gewöhnlich weiß, grau, roth, gelb und

grün, der Quarz weiß oder grau und der Glimmer grau und schwarz vor. Es giebt daher grauen, rothen, grünlichen und schwarzen Granit.

Die Granitgebirge haben an ihrer Oberfläche ein weißlich-graues, braun- und grünspielendes Ansehen, welches von den verwitterten Gemengtheilen, namentlich vom Feldspathe, herrührt.

Der Granit, namentlich der feinkörnige, wenig feldspath- und glimmerreiche, welcher sich gut spalten läßt und lagerfeste Mauersteine liefert, ist ein sehr brauchbarer Mauerstein. Man verwendet ihn sehr zweckmäßig zu allen Oekonomiegebäuden, nicht aber zu Wohngebäuden, weil die Witterung auf ihn Einfluß hat und er in Zimmermauern stark schwitzt. Bei dessen Anwendung hat man darauf zu sehen, daß er im Sommer gebrochen und erst, nachdem er eine geraume Zeit gelegen und ausgetrocknet ist, verarbeitet werde. Der Winterbruch und eine zu frühe Verarbeitung der Bruchsteine nach dem Bruche erzeugt den so verderblichen Schwamm in den Gebäuden. Unter Winterbruch versteht man nicht immer die im Winter gebrochenen, sondern die an der Nordseite gewonnenen Steine, die diese Eigenschaft, den Schwamm zu erzeugen, vorzüglich an sich haben.

Der Granit kommt in allen Ländern der Erde vor und bildet durch seine colossalen, steilen und nackten Felsenmassen die höchsten Gebirge. Das Riesengebirge, die Oberlausitz, der höchste Punct des Harzes, das Fichtelgebirge, der Oden- und Schwarzwald, die Schweizer- und Tyroler-Alpen, die Apenninen, die Pyrenäen; in Asien der Kaukasus, Ural und Altai; der Atlas in Afrika; die Anden in Amerika u. s. w. bestehen größtentheils aus Granit. Seiner außerordentlichen Härte wegen leistet er allen Einwirkungen Widerstand und läßt sich daher nur schwer bearbeiten.

b) Der Gneiß oder Gneuß besteht, wie der Granit, aus Quarz, Feldspath und Glimmer, gehört also ebenfalls zu den gemischten Gebirgsarten. Gewöhnlich ist er dickschieferig, mehrentheils gerade, zuweilen auch wellenförmig schieferig. Er enthält mehr Feldspath als Quarz; der Glimmer macht gewöhnlich immer nur einen geringen Bestandtheil aus.

Der im Gneis vorkommende Feldspath ist für gewöhnlich blättrig und glänzend, zuweilen schon verwittert und aufgelös't, an Farbe ist er graulich-, gelblich- und röthlich-weiß, wohl auch fleischroth oder gelbgrau. Der Quarz erscheint in dieser Mischung graulich, rauchgrau, gelblichweiß und nur selten braun; der Glimmer kommt darin bald grau- oder bräunlich-schwarz, asch- oder grüngrau, silberweiß oder dunkelbraun vor. Der

Gneiß besitzt eine bedeutende Festigkeit, läßt sich aber dennoch leichter spalten und ist ein um so besserer Mauerstein, je weniger er Feldspath enthält. — Der Gneiß lagert mehrentheils unmittelbar auf dem Granit, bildet den größten Theil des sächsischen Erzgebirges, kommt aber auch in Schlesien, am Riesengebirge, in Schwaben auf dem Schwarzwalde und andern Orten mehr vor.

c) Der Glimmerschiefer ist vom Gneiße namentlich durch eine größere Beimischung von Glimmer und durch sein schieferiges Gewebe unterschieden. Seine Bestandtheile, Quarz und Glimmer, haben gewöhnlich ein gerades, selten wellenförmiges Gefüge. Er geht aus dem Dickschieferigen, nicht selten an's Faserige grenzend, bis in das Feinschieferige über. Der ihm beigemischte Glimmer ist gelblich oder grünlich-grau, so auch weiß, der Quarz kommt darin grau und kleinkörnig vor. Der Glimmerschiefer lagert auf Granit, Gneiß, Thonschiefer u. s. w., geht in ersterem und letzterem auch in Chlorit und Hornblendeschiefer über. Seiner Feuerbeständigkeit wegen, wenn er nämlich ohne Feldspath ist, benutzt man ihn zu Gestellsteinen in Hohöfen. Da er nicht verwittert und sich leicht bearbeiten läßt, so eignet er sich zu Mauersteinen, Wassertrögen, Gußsteinen, Corridorbelegen u. s. w., auch zu Dachbelegen eignet er sich besser als Thonschiefer. Er findet sich in Böhmen und Sachsen am Fuße des Erzgebirges, in der Oberlausitz, in Schlesien am Abfalle des Riesengebirges, im Thüringer Walde, in Niederbaiern, Tyrol, Spanien, Schweden u. s. w.

d) Sienit, lagert auf Granit, Gneiß, Glimmerschiefer u. s. w., woraus sich auf seine spätere Entstehung schließen läßt.

Seine Bestandtheile sind: Feldspath, Quarz, Hornblende und Glimmer. Diese Gemengtheile bilden ein feinkörnigeres Gefüge als bei dem Granit. Der Feldspath erscheint darin roth und weiß und durch die Hornblende grün gefärbt; der Quarz erscheint meistens grau, die Hornblende graulich. Sind Schwefelkies und Arsenik führende Gänge in der Nähe des Sienit, so wird derselbe gänzlich umgeändert, der Feldspath und die Hornblende werden in eine Art grünliches Steinwerk aufgelös't; oder der Feldspath wird in Porzellanerde und die Hornblende in Thonerde aufgelös't. Wegen der beigemengten Hornblende ist der Sienit der Verwitterung weniger ausgesetzt als der Granit und daher nicht allein ein guter Mauerstein, sondern auch zum Straßenbau und in der höhern Baukunst von großem Nutzen.

e) Der Porphyr besteht der Hauptmasse nach aus Hornstein oder verhärtetem Schiefer. Feldspath und Quarz sind ihm wesentlich, Hornblende aber und Glimmer nur zufällig beigemengt. Gewöhnlich ist der Feldspath von weißer, grauer, gelblicher und röthlicher Farbe in ihm vorherrschend, seltener der Quarz. Zuweilen ist die Hauptmasse des Porphyrs bloß eine kieselartige oder quarzige Masse, die sich bald dem Hornsteine, bald dem Jaspis nähert und in letzteren zuweilen übergeht. In anderen Porphyrarten macht Feldspath, Pechstein oder der Obsidian den Hauptbestandtheil desselben aus.

Der Hornstein- und Thonporphyr gehen über in Granit, Sienit, Mandelstein und Porphyrschiefer. Der Porphyr bildet Gebirge von verschiedener Ausdehnung und Gestalt. Nach der Verschiedenheit der Hauptmasse theilt man den Porphyr ein in:

a) Hornsteinporphyr, dessen Hauptmasse Hornstein ist, der sich mehrentheils verhärtetem Thon und Jaspis nähert und mehr oder weniger mit Quarz, Feldspath und Hornblende, seltener mit Glimmer gemischt ist. Er ist von röthlichbraunem, bräunlichrothem, mattgrünem, blauem und grünlichweißem Ansehen, erscheint im Bruche muschelig, splitterig und schieferig. Seiner Härte wegen benutzt man ihn zum Straßenbau. Er findet sich in Böhmen, Bayreuth, Sachsen, Tyrol, Ungarn ꝛc.

b) Thonporphyr ist röthlich, perlgrau, schwärzlichblau, berggrün, dunkelgrün, grauschwarz, gelb und röthlichweiß, braun und grau in alle Farben spielend. Er bricht regelmäßig dicht in großen Stücken und neigt sich zum Schieferigen. — Seiner geringen Härte wegen nimmt er keine Politur an; man benutzt ihn daher zu Thür- und Fenstergewänden, Säulen, Treppenstufen, Sturzen und Sohlbänken ꝛc.

c) Feldspathporphyr, welcher seiner Hauptmasse nach aus klein- und feinkörnigem gemeinen Feldspath besteht, ist von rother Farbe mit röthlichen, graulichen und gelbweißen Feldspathkrystallen gemengt, zum Theil auch mit braunen oder grauen Quarzkörnern oder mit Glimmer gemischt. Abarten davon sind der Pechsteinporphyr, Obsidianporphyr, Sandsteinporphyr, Trümmerporphyr, die aber alle in der Baukunst nicht angewendet werden.

§. 52.

Basalt.

Die Hauptbestandtheile dieser Steinart sind Kieselerde, Thonerde und Eisen, weshalb er auf den Magnet einwirkt. Er ist gemeiniglich von

schwarzgrauer Farbe, die in's Grünliche und Braune übergeht. Er ist hart, spröde, schwer zu sprengen, ist mager und kalt anzufühlen und klingt in dünnen Tafeln. Durch Verwitterung lös't er sich allmählich in fette Thonerde auf, wobei seine ursprüngliche Farbe in Roth und Gelb übergeht. — Der Basalt bildet theils mehr oder minder zusammenhängende Berge, theils nur Bergkuppen und Lager, doch kommt er auch auf Gängen, Flötzen und wohl auch nesterweise vor. — Die Basaltgebirge zeichnen sich sowohl durch ihre regelmäßige, prismatische, seltener kegelförmige, oben abgeplattete Gestalt, als auch durch ihre Spaltung und Zerklüftung aus. Die Bruchstücke, in denen der Basalt vorkommt, sind säulenförmig oder vielmehr prismatisch; sie sind etwas scharfkantig und haben 5, 6 oder 7, selten 3, 4 oder 8 Seiten, am seltensten zugespitzt. Je dünner die Säulen sind, um so härter sind sie. Der Basalt bei Stolpen in Sachsen besteht aus Säulen von 14 Fuß Höhe, die aus einem Stücke bestehen; dagegen findet man in dem Riesendamme in der Grafschaft Antrim in Schottland Säulen von 40 Fuß Höhe, die aber aus einzelnen, etwa 18 Zoll hohen und 20 Zoll starken Blöcken bestehen. Der säulenförmige Basalt ist am wenigsten verwitterbar; wo aber der Basalt eine davon abweichende Form hat, desto unreiner und weniger selbstständig ist er.

Der Mandelstein ist eine gemengte Steinart von dunkelgrauer oder brauner Hauptmasse mit elliptischen Höhlungen, die mit verschieden geformten Stücken, Mandeln genannt, ausgefüllt sind und von denen die Steinart ihren Namen erhielt. Er bildet Berge, Kuppen oder Lager von verschiedener Formation und findet sich häufig auf dem Basalt ruhend, wie in Sachsen, Böhmen, Thüringen u. s. w. Diese Steinart gehört, wie der Porphyrschiefer, Grünstein, zu den Treppgebirgen.

Der Grünstein ist gleichfalls eine gemengte Steinart, welche größtentheils aus Hornblende mit eingesprengtem Feldspathe besteht und zuweilen auf Gängen, aber auch in einzelnen Bergen, meistens aber als Bergkuppe vorkommt, wo er dann, wenn er sich mit dem Basalte zugleich findet, gewöhnlich oben liegt. Er ist in Schweden einheimisch, kommt aber auch in Deutschland und zwar in Böhmen, Hannover, Hessen und Sachsen als Gebirgsmasse vor. Seiner schnellen Verwitterbarkeit wegen kann er nur im Nothfall in Verbindung anderer dazu geeigneter Steine verwendet werden.

Der Tuff- oder Duckstein, gelblichweiß, gelblichgrau, bisweilen auch gelblichbraun und ockergelb von Farbe, ist eine aus Kalk, Thon

und Quarz gemengte Steinart. Man findet ihn theils in ganzen Schichten, theils in ungestalteten Stücken. In großen Massen führen ihn die Thäler und Schluchten der Flötzgebirge, z. B. in der Gegend von Weimar, Termstädt, Weißensee und vielen andern Orten mehr. Er kommt zuweilen als Ueberzug von Pflanzen, Wurzeln, Landthieren, Muscheln rc. vor und enthält eine Menge Höhlungen und Zellen, die durch Incrustation und nachheriges Verwesen von Holz, Schilf, Moos, Knochen u. s. w. entstanden sind.

Der Kalktuff eignet sich sehr gut zum innern Ausbau der Häuser und zur Spannung flacher Gewölbe, indem er nicht sehr in's Gewicht fällt und den Mörtel stark anzieht. Zu äußern Mauern ist er weniger anwendbar, weil er der Nässe und Kälte nicht genügend widersteht.

§. 53.

Der Sandstein gehört zu den Flötzgebirgsarten und besteht aus einem Gemenge vornehmlich kieselartiger Bestandtheile, die durch einen Cement mit einander verbunden sind. Diese Steinart zerfällt nach ihrem geognostischen Verhalten in drei verschiedene Arten, als:

Grau- oder Harzwacke, in gemeinen Sandstein und in Puddingstein oder Breccie.

Grauwacke ist eine der ältesten Steinarten dieses Geschlechts; sie besteht aus Quarz, Thonschiefer, Kieselschiefer mit eingemengten Feldspathkörnern und mehr oder weniger Glimmer, durch ein thoniges Bindemittel fest mit einander verbunden. Sie kommt grob- und feinkörnig vor. Feinkörnige Grauwacke, deren Hauptmasse fester Thon mit schieferartiger Textur ist, wird mit dem Thonschiefer oft verwechselt, doch erkennt man sie an den auf ihr vorkommenden Glimmertheilen; man nennt sie daher Grauwackenschiefer. Sie wechselt mit grauer, brauner, schwarzer Farbe ab. Die Grauwacke, auf den Urgebirgen gewöhnlich unter grobkörnigem Sandstein ruhend, wechselt mit Kalkflötzen ab. Sie ist leicht verwitterbar, weshalb sie frisch vermauert leicht Schwamm erzeugt und darum als Mauerstein nicht vortheilhaft zu verwenden ist. Sollte man aber dennoch gezwungen sein, sie zum Bauen zu verwenden, so lasse man sie nach dem Bruche ein volles Jahr der Witterung ausgesetzt liegen und wähle dann die bessern Steine aus.

Gemeiner Sandstein. Dieser besteht aus verschiedenen Quarzkörnern von allerlei Größen, die zuweilen noch mit Feldspath, Kieselschiefer,

Feuersteinen u. s. w. untermengt sind; doch sind diese Theile sämmtlich durch verschiedene Bindemittel unter einander in eine Masse verbunden. Die bindende Masse ist thonig, mergelartig, kalkig, quarzig u. s. w. und nach der Verschiedenheit der Gemengtheile der Farbe bestimmt. Diese Farbe ist demnach weiß, grau, gelb, röthlichbraun ꝛc. Man unterscheidet die Sandsteine nach ihren Bindungsmitteln von einander und hat daher Thonsandstein, kalkartigen Sandstein und Kieselsandstein.

1. Der Thonsandstein, der feuerbeständigen oder gemeinen Thon zum Bindemittel hat und von weißlich-grauer, röthlicher Farbe ist, giebt den besten Baustein ab, weil er, besonders frisch aus dem Bruche, sich in jede Form bearbeiten läßt, an der Luft immer mehr erhärtet, dem Feuer Widerstand leistet und den Mörtel gut annimmt.

Der eisenockerige Sandstein, welcher mit Eisenocker verbunden ist, zuweilen aber auch thonartigen Eisenstein zum Bindemittel hat und von gelber oder brauner Farbe ist, taugt als Baustein nicht, weil er zerreiblich ist. Er zieht die Feuchtigkeit an, wodurch das Eisen anschwillt, der Stein sich bläht und blättert. Auch widersteht er dem Feuer nicht.

2. Die mergelartigen und kalkthonartigen Sandsteine sind die schlechtesten, indem sie sehr bald an der Luft zerfallen und kein Bindemittel halten.

Kalkartiger Sandstein, dessen Bindemittel Kalkerde ist, steht im Wasser und verhärtet in der Luft, nimmt auch den Mörtel gut an, widersteht aber dem Feuer nicht, und ist daher nur mit Ausnahme zu Wohngebäuden zu verwenden.

3. Der Kieselsandstein, der mit einer Quarzmasse verbunden ist, ist der härteste und dauerhafteste. Seiner schweren Bearbeitung wegen wird er zwar nicht als Baustein, wohl aber als Pflasterstein benutzt.

Die Puddingsteine, auch Breccien genannt, werden nach ihren verschiedenen Gemengtheilen und Bindemitteln in verschiedene Arten getheilt. Sie bilden ein Conglomerat von Quarz, Porphyr, Jaspis, Feuerstein, Kieselschiefer u. s. w., bald durch eine thonige, bald kalkartige, durch Quarz oder selbst durch Sandsteinmasse verbunden, und enthalten in ihrem Gemenge zuweilen Granit, Hornstein, Kalkstein, Porphyr u. s. w.

Diese der neuesten Formation angehörige Gebirgsart ruht gewöhnlich auf Sandstein, Flötzkalkstein und verhärtetem Mergel; sie bildet die Ausfüllung der Thäler und niederen Gegenden, kommt aber auch in großen Felsen, wie in der Schweiz zwischen dem Genfer und Bodensee u. s. w.

vor. Der großen Schönheit wegen eignen sich die Breccienarten mehr zu Kunstwerken als zu Bausteinen.

Die Sandsteingebirge bilden theils oft unzugängliche Felsen und Klippen von außerordentlicher Höhe und kegelförmiger Gestalt, theils senkrecht stehende und überhängende colossale Felsenwände, Klüfte, Schluchten und Höhlen in malerischer Zusammenstellung und Bildung, oder sanft ansteigende, abgerundete Hügel. Die vorzüglichsten Fundorte des Sandsteins sind: die Gegenden an der Elbe, an der thüringer und fränkischen Saale, am Main, Neckar, an der Donau u. s. w.

§. 54.

Der Sandstein ist in der Baukunst der nutzbarste Stein. Nach Verhältniß seiner Bindemittel bedient man sich dessen zu Mauersteinen und großen Werkstücken, als: zu Pfeilern, Säulen, Trägern, Platten, Treppen u. s. w.

Die Sandsteine werden gleich in den Brüchen aus dem Groben in regelmäßige Formen bearbeitet. Nach der Verschiedenheit der Brüche sind auch die Maße der Stücke und deren Benennungen verschieden. In Gegenden, wo man viel mit Sandsteinen baut, muß sich der Maurer wie der Baumeister um die in den Brüchen üblichen Größen und Preise bekümmern und den Bedarf nach dem kubischen Inhalt berechnen. Der Maurer verarbeitet gewöhnlich Quader zu Mauern und Platten zu Fußböden.

Im Halberstädtischen soll ein Quader 1′ lang, 1′ breit und 1′ hoch; ein Ellenstück 2′ lang, 1′ breit und 1′ dick und ein Durchbinder 3′ lang, 1′ breit und 1 Fuß hoch sein. Da sie aber selten dieses Maß halten, bei den Berechnungen jedoch auf den sogenannten Arbeitszoll gerechnet werden maß, der beim Bearbeiten gewöhnlich abgeht, so rechnet man auf eine Schachtruthe à 144 Kubikfuß 150 Stück Quader in einzelnen Quadern, Ellenstücken und Durchbindern, je nachdem die Art der aufzuführenden Mauer von diesen oder jenen mehr erfordert.

Im Baireuth'schen hat man einfache, Anderthalb- und Doppelquader. Ein einfacher Quader soll 3′ lang, 1′ hoch und 1′ breit, ein Anderthalb-Quader 3′ lang, 1′ hoch und $1^1/_4$′ breit und ein Doppelquader 3′ lang, 1′ hoch und $1^1/_2$′ breit sein.

In manchen Brüchen hat man Quader von 16 bis 20″ Länge, Breite und Stärke, und Doppelquader von gleicher Stärke in's Gevierte und

zweifacher Länge. Die gewöhnlichen Quader sollen 18 Zoll in's Gevierte stark und 3 bis 4 Fuß lang sein.

In Sachsen werden diejenigen Quader, die eine Elle lang und $1\frac{1}{2}$ Elle in's Gevierte stark sind, Grundstücke genannt.

Bei ordinären Grundstücken muß ein Binder 24″, bei vollmäßigen 30″ lang sein. Die Fußböden-Platten haben in verschiedenen Brüchen ebenfalls verschiedene Maaße: sie sind 16, 18, 20 bis 24 Zoll in's Gevierte groß. Die Werkstücke werden nach Kubikfußen, Treppenstufen nach dem laufenden Fuße, Platten Grundstücke nach der Zahl verkauft.

§. 55.

Sollen Mauern aus Werkstücken oder Quadern aufgeführt werden, so müssen auch die Steine als solche geliefert und berechnet werden. Gewöhnlich bedient man sich hierzu des Sandsteins, bisweilen auch des Granits. Die Werkstücke werden nach Kubikfußen bezahlt und müssen demnach auch nach Kubikfußen berechnet werden. Man kann hierbei auf folgende Art verfahren:

Man drücke die in Fuß und Zoll gegebenen Maße eines Werkstückes in Fußen aus und multiplicire die so gefundenen Größen in einander. Z. B. ein Werkstück sei 6 Fuß 7 Zoll lang, 4 Fuß 8 Zoll hoch und 3 Fuß 9 Zoll breit, so erhält man die Größen $6\frac{7}{12}$, $4\frac{2}{3}$, $3\frac{3}{4}$ Fuß, oder in Decimalbrüchen: 6,58, 4,66, 3,75 Fuß.

Das Product aus diesen Größen ist:

$$6\tfrac{7}{12} \times 4\tfrac{2}{3} \times 3\tfrac{3}{4} = 115\tfrac{5}{24} \text{ Kubikfuß,}$$

$$6{,}583 \times 4{,}666 \times 3{,}75 = 115{,}2 \text{ Kubikfuß.}$$

§. 56.

Es kann der Fall vorkommen, wo das Gewicht einer Mauer oder eines Gebäudes zu wissen erforderlich ist. In solchem Falle ist die Kenntniß des specifischen Gewichts der Steine eine unerläßliche Bedingniß. Nicht minder wichtig ist die Kenntniß der negativen Festigkeit der Steine, d. h. des Widerstandes, den sie einer Kraft entgegensetzen, die sie zu zerdrücken strebt. Es folgt demnach hier eine Tabelle der specifischen Schwere und negativen Festigkeit einiger Bausteine, welche in manchen Fällen von ersprießlichem Nutzen sein kann.

Tabelle der specifischen Schwere und negativen Festigkeit einiger Bausteine.

Namen der verschiedenen Steinarten.	Specifisches Gewicht.	Gewicht, um einen Würfel zu zerdrücken, dessen Seite = 5 Centimeter Kilogramm.	= 1'', 10,94''' pr. Pfund.
Basalt von Stolpen	3,0649	47809	102208
" " Auvergne (Pays-de-Dôme) .	3,0142	44250	94703
" zweite Sorte	2,8837	51945	111049
" " " dritte Sorte	2,7556	28858	61689
Grüner Granit aus den Vogesen	2,8540	15487	33104
Grauer Granit aus der Bretagne	2,7370	16353	34958
" " " den Vogesen	2,6400	10581	22615
Braungelber Granit a. d. Vogesen	2,6640	20482	43784
Granit aus d. Normandie (Gutmos)	2,6620	17555	37562
" von Champ du Bout . .	2,6430	20441	43698
Rosenfarbiger orientalischer Granit	2,6617	22004	47044
Porphyr	2,7982	50021	106944
Schwarzer Marmor aus Flandern	2,7210	19719	42152
Flandrischer Marmor (Cervelas) .	2,7200	10100	21593
Weißgeaderter Marmor . . .	2,7010	7455	15933
Weißer Bildhauer-Marmor . .	2,6947	8176	17476
Weißgeaderter Marmor (Pouf) .	2,6870	6493	13975
Türkischblauer Marmor . . .	2,6720	7695	17019
Bruchstein von Caserta in Italien	2,7180	14865	31772
Baustein von Istrien	2,6177	12807	27374
Lava vom Vesuv	2,6002	15180	32451
Röthlicher harter Sandstein . .	2,5174	20337	43476
Weißer Sandstein	2,4756	23086	49254
Feinkörniger Sandstein vom Senlis	2,2967	6219	13293
Kalkstein von Meudon	2,4395	11977	25596
" " Montrouge . . .	2,4390	8982	19193
" " Bagneux . . .	2,4390	11113	23758
" " Poissy	2,3170	6334	13538
" " Kreteil	2,1905	4779	10208
Grauer Kalkstein (Molasse) . .	2,1473	3915	8362
" " von Chinon .	1,9430	2706	5779
Gypsstein von Montmartre . .	1,9185	1785	3807
Tuffstein von Neapel	1,3023	1303	2783

Nach der Gewichtsordnung für die preußischen Staaten vom 16. Mai 1816 wiegt ein preußischer Kubikfuß Regenwasser genau 66 preußische Pfunde. Will man nun z. B. wissen, wie viel ein preußischer Kubikfuß Stolpner Basalt wiegt, so hätte man nur nöthig die Zahl 66 mit der in der Columne (Specifische Schwere) neben Stolpner Basalt befindlichen Zahl 3,0649 zu multipliciren, und man erhält so

$$66 \times 3{,}0649 = 202{,}2834 \text{ preußische Pfunde.}$$

§. 57.

Wenn man das specifische Gewicht eines Körpers ermitteln will, so kann man sich in vielen Fällen jenes Verfahrens bedienen, welches Herr Dr. A. Baumgartner im Supplementbande zu seiner Naturlehre S. 61 angiebt:

„Man kann sich manchmal," sagt der Herr Verfasser, „wo man schnell zum Ziele gelangen will und kein sehr scharfes Resultat verlangt, einer besondern Wage bedienen, die das specifische Gewicht ohne Rechnung angiebt; diese Wage ist eine Schnellwage und besteht daher aus einem ungleicharmigen Balken acb (Fig. 16), der in c seine Achse hat. Um die Einrichtung und den Gebrauch dieser Wage deutlich einzusehen, denke man sich ein Gewicht, dessen Werth unbekannt sein darf, am äußersten Puncte b des längeren Armes aufgehängt, und den zu untersuchenden Körper an einer Stelle e des kürzeren Armes, wo er mit jenem im Gleichgewicht steht. Taucht man diesen, während er an der Wage hängt, in Wasser, und rückt das Gewicht von b näher an die Achse, z. B. nach d, bis wieder Gleichgewicht entsteht, so kann man aus der Länge des Stückes cd im Verhältnisse zu cb das specifische Gewicht der angehängten Masse finden!

Es sei das Gewicht des Körpers in der Luft = B, im Wasser = B′, der Werth des Gegengewichtes = q; so hat man

$$B \,.\, ce = q \,.\, bc \text{ und } B' ce = q \,.\, dc;$$

es ist also

$$B = \frac{q \,.\, bc}{ce},\ B' = \frac{q \,.\, dc}{ce},$$

das specifische Gewicht des Körpers ist also

$$\frac{B}{B - B'} = \frac{bc}{bc - cd}.$$

Ist b = 1 und bd = m, so ist

$$\frac{B}{B - B'} = \frac{1}{m}.$$

Ist also der Wagebalken cb von b nach c in 2, 3, 4.... gleiche Theile getheilt, und die Theilungspuncte, die $^1/_2$, $^1/_3$, $^2/_3$, $^1/_4$, $^3/_4$ .... entsprechen, mit den Zahlen 2, 3, $^3/_2$, 4, $^4/_3$ .... bezeichnet, so giebt diejenige dieser Zahlen, die den Ort bei der zweiten Abwägung (wo sich der betreffende Körper im Wasser befindet) bezeichnet, das specifische Gewicht desselben unmittelbar an."

Bei diesem Verfahren hat man zu beobachten: daß der Körper möglichst frei von Splittern sei. Sehr poröse Körper, z. B. Bimsstein, Kork, legt man, nachdem sie in freier Luft mit dem Gegengewichte in b balancirt sind und die Stelle dabei angemerkt ist, in der das Gleichgewicht stattfindet, so lange in siedendes Regenwasser, bis keine Luftblasen sich mehr entwickeln, nimmt ihn hierauf heraus, läßt ihn abkühlen und hängt ihn dann wieder an den Wagebalken, um den Versuch fortzusetzen. Der Körper darf nie an eine gedrehte Schnur aufgehängt werden, sondern entweder an ein Menschen- oder Pferdehaar, oder aber an einen feinen Metalldraht.

Von den künstlichen Steinen.

§. 58.

Unter künstlichen Steinen versteht man solche, die aus weichen Massen geformt und durch Luft oder Feuer so erhärtet oder gebrannt worden sind, daß diese geformten Massen mit den Steinen gleiche Eigenschaften zeigen. Sie sind eines der wichtigsten Materialien, theils wegen der Bequemlichkeit, mit welcher sie gehandhabt werden können, theils auch wegen ihrer Festigkeit und Dauer, wie auch ihrer Trockenheit und Wärme wegen. Dieser vielen guten Eigenschaften wegen sind sie den natürlichen Steinen bei Wohngebäuden und Stallungen vorzuziehen.

Die Stoffe, aus welchen künstliche Steine gefertigt werden, sind gewöhnlich Lehm und Thon. Man unterscheidet diese Steine je nach den Bestandtheilen in Lehm- und Thonsteine, und bezeichnet sie mit dem Namen Ziegel, die, je nachdem sie durch Feuer erhärtet oder durch die Sonne getrocknet werden, gebrannte Ziegel oder Luftsteine, Luftziegel genannt werden.

Luftziegel.

§. 59.

Zu den Luftziegeln kann jeder Lehm gebraucht werden, der nach dem Trocknen eine Masse bildet, die keine Risse erhält und einen hinreichend festen Zusammenhang hat, um äußern nicht zu starken Eindrücken widerstehen zu können; sie müssen dicht und wenigstens so fest sein, daß sie den Transport und die gewöhnliche Handhabung beim Bauen ohne zu zerbrechen vertragen. Der Lehm hierzu darf weder zu fett noch zu mager sein. Zu fetter Lehm reißt beim Trocknen in der Luft auf, es dringt dann

die Feuchtigkeit in die Risse hinein und dadurch entsteht wieder neuer Anlaß zum Ruin der Mauer. Zu magerer Lehm bindet nicht genug und das dadurch gefertigte Gemäuer zerbröckelt sehr leicht und verträgt zu wenig Druck. Ist man über die Qualität des Lehmes unschlüssig, so lasse man einige Probesteine streichen, nach deren Verhalten beim Trocknen der Lehm dann zubereitet werden muß; werden die Ziegel zu rissig, so ist der Lehm zu fett, und in diesem Falle muß derselbe durch Zusatz von Sand mager gemacht werden; werden dagegen die Steine oder Ziegel zu bröcklig, so ist der Lehm zu mager, und dann muß er durch einen Zusatz von fetterem Lehm bindender gemacht werden. — Der zu den Luftziegeln erforderliche Lehm wird ausgegraben und in eine mit Brettern ausgesetzte Grube oder in eine in der Lehmgrube selbst gemachte Vertiefung geworfen, mit Wasser begossen und mit den Füßen so lange durchgetreten, bis die ganze Masse gleichartig ist, und während dieses Geschäftes müssen Steine und andere fremdartige Körper entfernt werden. Erlaubt es die Zeit, so läßt man den durchgetretenen Lehm gehörig auswittern, d. h. man überläßt ihn im Freien unbedeckt der Einwirkung der Witterung, läßt ihn von Zeit zu Zeit durchtreten, damit allmählich alle Theile desselben nach außen zu liegen kommen.

Soll ein Gebäude ganz von Luftziegeln erbaut werden, so ist das Format derselben gleichgültig. Sollen dagegen in einem ganz massiven Hause die Umfassungswände von gebrannten und die Scheidewände von Luftziegeln erbaut werden, oder sollen auch die Umfassungswände von Luftziegeln aufgeführt und auf einen halben Stein mit gebrannten Ziegeln verblendet werden, so müssen die Luftziegel dasselbe Format wie die gebrannten haben, weil sonst die von beiden Ziegelsorten erbauten Mauern nicht gehörig mit einander verbunden werden können.

Das Streichen der Luftsteine kann auf zwei verschiedene Arten geschehen, nämlich im Wasser und im Sande. Beim Streichen mit Wasser hat der Ziegler neben dem Streichtische einen Bottich mit Wasser, von einer Größe, daß er die Form bequem darin abspülen kann; diesen Bottich stellt der Streicher an die rechte Seite des Tisches und legt den zubereiteten Lehm so vor sich, daß er ihn bequem erlangen kann, aber auch vor sich noch Raum genug zum Streichen behält. Der Tisch muß an der Stelle, wo gestrichen werden soll, ganz eben sein und die Bretter desselben müssen nicht in der Quere, sondern der Länge nach vor dem Streicher liegen, damit sich die gefüllte Form leicht abziehen lasse. Der

Streicher benetzt nun die Form im Spülbottich, benetzt mit der Hand die Stelle des Tisches auf der geformt werden soll, und setzt die Form quer vor sich. Dann benetzt er die Hände und schneidet ein Stück Lehm ab, welches etwas größer als der zu fertigende Stein sein muß, wirft es mit Gewalt in die Form, drückt den Lehm besonders in den Ecken stark ein, streicht das Ueberflüssige mit einem Streichholze ab und wirft den Abstrich zu dem vorräthigen Lehme. Die gefüllte Form wird nun, indem sie zugleich gehoben wird, von dem Tische abgestrichen, so daß der Ziegel in ihr auf seiner längern schmalen Kante steht und so auf die Trockenbretter oder in deren Ermangelung auf der Trockenflur auf die flache Seite abgelegt wird. Die Trockenbretter oder Trockenflur müssen mit reinem feinem Sande bestreut sein, damit die Ziegel nicht antrocknen und leicht abgenommen werden können. Die so gestrichenen Steine haben eine ebene Oberfläche, aber der Mörtel haftet nicht gut darauf, weshalb sie an allen Seiten mit Sand bestreut werden. Die so gestrichenen Steine werden naß und brauchen viel Zeit zum Trocknen.

Werden die Steine im Sande gestrichen, so hat der Streicher nicht Wasser, sondern reinen, trocknen, feinen Sand im Spülbottich, in welchem die Form vor dem Streichen umgerüttelt wird. Auf den Streichtisch legt man ein Brettchen, welches etwas größer als der Luftziegel ist; dieses wird oben gehörig mit Sand bestreut und die Form darauf gesetzt. Der Streicher nimmt nun so viel Lehm, als zur Ausfüllung der Form mehr als hinreichend ist, wälzt ihn in dem Sande, so daß er äußerlich damit bedeckt werde, aber das Innere davon frei bleibe. Dieser Lehm wird nun mit Gewalt in die Form geworfen, gut in die Ecken gedrückt und mit einem Streichholze abgestrichen. Hierauf wird die Form abgehoben, der Ziegel nochmals mit Sand überstreut und dann auf dem Trockenplatze auf die schmale Kante gesetzt, indem der Arbeiter das Brett mit dem Ziegel beinahe vertical hält und es schwach auf den Boden stößt, wodurch der Ziegel abgleitet und die bestimmte Stellung annimmt. — Das Streichholz, mit dem die gefüllte Form abgestrichen wird, muß alle 4000 Steine erneuert werden, weil es sich allmählich auf den Kanten der Form sehr abschleift, so daß die Ziegel nachher zu schwach werden.

Das übliche Maß der Ziegel ist gewöhnlich 12 Zoll lang, $5^1/_2$ Zoll breit, 3 Zoll stark. Die Länge, Breite und Stärke eines Ziegels in einander multiplicirt, giebt seinen cubischen Inhalt. Demnach ist $12 . 5^1/_2 . 3 =$ 198 Kubikzoll = dem cubischen. Ein Kubikfuß enthält $12 . 12 . 12 =$

1728 Kubikzoll. Um nun zu erfahren, wie viel Ziegel in einem Kubikfuß enthalten sind, darf man nur mit 198, als der Anzahl Kubikzolle die ein Ziegel faßt, in 1728 dividiren, so ergiebt sich $\frac{1728}{198} = 8^8/_{11}$ Ziegel für den Inhalt eines Kubikfußes.

Um die Anzahl Kubikzolle zu erhalten, die ein Ziegel mit Einschluß der Mörtelfugen enthält, so hat man jeder Dimension des Ziegels $^1/_2$ Zoll zuzusetzen, weil durchschnittlich diese Fugen $^1/_2$ Zoll stark sind; man erhält demnach $12^1/_2 \cdot 6 \cdot 3^1/_2 = 262^1/_2$ Kubikzoll.

Um nun die Anzahl Ziegel zu erhalten, die in einem Kubikfuß voller Mauer enthalten sind, dividire man wie oben mit der gefundenen Zahl $262^1/_2$ in die Zahl 1728, der Quotient $\frac{1728}{262\frac{1}{2}}$ ist $= 6\frac{102}{175}$ Ziegel.

Da 1 Ziegel 198 Kubikzoll enthält, so fassen 1000 Ziegel 198,000 Kubikzoll Lehm, rechnet man hierzu noch $^1/_4$ als Verlust bei der Arbeit, so erfordern 1000 Ziegel $198000 + 49500 = 247500$ Kubikzoll $= \frac{247500}{1728} = 143,229\ldots$ Lehm, wofür man 144 Kubikfuß setzen kann.

1 Kubikfuß trockner Lehm wiegt 100 Pfund; nasse Ziegelmasse 109 Pfund.

Lehmpatzen.

§. 60.

Die Lehmpatzen werden von demselben Material wie die Luftziegel verfertigt, nur daß sie noch einen Zusatz von kleingeschnittenem Stroh, Weizenspreu und andern strohartigen Substanzen, als Flachs oder Hanfschäben u. dgl. m. erhalten. Durch diesen Zusatz wird das Trocknen derselben begünstigt.

Die Lehmpatzen werden 11″ lang, $5^1/_2$″ breit und 6″ stark gestrichen; ein Lehmpatzen faßt also 363 Kubikzoll und auf einen Kubikfuß kommen demnach $4^{32}/_{100}$ Patzen; ein Patzen mit $^1/_2$ Zoll starken Fugen faßt $448^1/_2$ Kubikzoll und ein Kubikfuß Mauer hält 3,86 Patzen. 1000 Stück Lehmpatzen erfordern 240 Kubikfuß Lehm, 120 Pfund Stroh und 40 Pfund Flachs- oder Hanfschäben. Ein frischer Patzen wiegt $25^3/_4$ Pfund, ein trockner $24^1/_4$ Pfund. Ein Arbeiter kann, mit Einschluß des Strohschneidens, täglich 100 Patzen streichen.

Ungeachtet des größern Formates, welches die Patzen haben, trocknen sie doch vollkommen aus, ohne an der Oberfläche Risse zu bekommen. Die Vortheile nun, welche die Lehmpatzen vor den Luftziegeln haben, be-

stehen hauptsächlich darin, daß sie in den Wänden weniger Fugen geben und folglich beim Vermauern die Arbeit fördern.

Gestampfte Erdsteine oder Erdquadern.

§. 61.

Die gestampften Erdsteine oder Erdquadern haben einen Franzosen Namens Cointeraux zum Erfinder; sie sind gewöhnlich 13 Zoll lang, $6^1/_4$ Zoll breit und $6^1/_4$ Zoll hoch. Man wählt hierzu eine etwas fette, nicht zu lehmige Erde, die, mit Gewalt zusammendrückt, fest an einander klebt, ohne eine Spur von Nässe zu hinterlassen. Sie darf auch keine verwes'ten thierischen oder vegetabilischen Stoffe enthalten, wie die Dammerde; dergleichen Erdarten binden zwar im feuchten Zustande, im trocknen aber zerfallen sie zu Staub und verlieren allen Zusammenhang. Hat man nun eine Erde gefunden, die sich zur Fabrikation von Erdquadern eignet, so muß man sie aus einer solchen Tiefe nehmen, da man gewiß ist, keine verweslichen Stoffe mehr anzutreffen; während des Auswerfens derselben werden Steine, Wurzeln, Holz u. dgl. m. entfernt. Damit aber auch die Erde den Tag über nicht zu sehr austrocke oder des Nachts durch einen unerwarteten Regen zu naß werde, wird jeden Morgen einige Stunden vor Beginn der Stampfarbeiten nur so viel Boden ausgeworfen, um etwas Vorrath zu haben, das Stampfen an der Grube, aus der die Erde entnommen wird, vorzunehmen und sie nicht erst nach der Baustelle zu fahren, damit sie ihren Zustand, den sie in der Grube hatte, so wenig als möglich ändere.

Die Form, in welcher die Erdsteine gestampft werden, besteht aus zwei $1^1/_2$zölligen eichenen Planken ab (Fig. 17), die $6^1/_4$ Zoll hoch sind. Zwischen diesen befinden sich die Scheidebretter c, c, c, c und d, d, d, die im Lichten 13″ von einander abstehen, und die Länge würde im Lichten $6^1/_4$″ betragen; die mit c, c, c, c bezeichneten Scheidebretter haben durchgehende Zapfen, in welche Holzkeile geschlagen werden, um die Form zusammen zu halten. Die Scheidebretter d, d, d haben ebenfalls durchgehende Zapfen, die aber außen bündig mit den Wangen abgeschnitten sind. Sämmtliche Scheidebretter sind ebenfalls von Eichenholz und 1″ stark; sie sind in die Bauchwände $^1/_2$ Zoll tief versetzt, wodurch die ganze Form mehr Festigkeit erhält. Die Wangen werden rund um, die Scheidebretter aber nur oben und unten mit dünnem Eisenblech beschlagen. A ist die innere Ansicht einer Wange, B, C die Seitenansichten zweier Scheide-

bretter und D ein hölzerner Keil, E ist ein Stampfer, er ist dreieckig und von Eichenholz, 6—8 Zoll hoch, in jeder Seite des Dreiecks 5″ lang, und unten mit Eisenblech beschlagen. Die Zapfen der Scheidebretter müssen sehr willig in die Zapfenlöcher gehen, damit, wenn die Quadern gestampft sind, beim Auseinandernehmen der Form nicht viel geklopft werden darf. Die Form wird mittelst Ketteln h, h an die Planke f g befestigt, damit sie während des Stampfens fest liege.

Beim Stampfen wird in jedes Fach erst eine Schaufel Erde geworfen und mit dem Stiele des Stampfers die unteren Ecken der Form gut angestampft. Dann wird eine 3—4 Zoll Lage Erde in die Formen geschüttet und dergestalt festgestampft, daß man den Stampfer immer um seine Achse dreht und mit der Spitze desselben gut in die Ecken stampft. Auf diese Weise fährt man fort, bis alle Formen vollgestampft sind, wobei 2 Arbeiter gleichzeitig angestellt werden können. Nach diesem werden die Keile gelös't, die Wangen abgenommen und die Steine zum Austrocknen an einen bedeckten Ort gestellt. Da die Erde bisweilen an den Formbrettern stark anhängt, so verunglücken oft viele Steine; dieses zu verhüten, muß man die Form bisweilen mit schlechtem Oele bestreichen; die Steine werden dadurch etwas theurer, aber ungleich besser.

Zu 1000 Erdsteinen sind 171 Kubikfuß Erde erforderlich; diese wiegen 23085 Pfund. Während des Stampfens verliert sie $^1/_8$ ihres Gewichts an Wasser und es wiegen also 1000 Erdsteine nur 20199 Pfund. Zwei Arbeiter fertigen in einem Tage 60 Erdsteine.

Gepreßte Erdquadern.

§. 62.

Ueber die Anfertigung der gepreßten Erdsteine oder Erdquadern lassen wir hier dasjenige folgen, was Herr Wolfram im 1. Theile seines Handbuchs für Baumeister, Seite 221, aus einem Aufsatze des Herrn Salinen-Inspector Senff mittheilt. Bei dem Stampfen der Erdquadern ist es ein nachtheiliger Uebelstand, daß nur einzelne Lagen von 2—2$^1/_2$ Zoll Höhe auf einander gebracht werden, die unter sich nicht die gehörige Verbindung haben, weshalb sie nur auf die Lagerseite gelegt werden können. Herr Senff ließ daher eine Schraubenpresse machen, durch die man im Stande war, 10 Zoll hoch lose aufgeschüttete Erde bis auf 5 Zoll zu comprimiren und auf diese Art einen Stein von gleichmäßiger Dichte herzustellen, von dem sich keine einzelnen Lagen ablösen

konnten. In Fig. 18 ist diese Presse dargestellt, durch selbige wird die Anfertigung sehr erleichtert; sie werden bei weitem fester und an allen Seiten und Kanten ebener, als die gestampften Steine. Diese gepreßten Steine waren 20 Zoll lang, 10 Zoll breit, 5 Zoll hoch; einer derselben wog 30 Pfund.

Erde, die in ihrem natürlichen Lager zu feucht ist, muß man vorräthig auswerfen und bis zum erforderlichen Grade der Trockenheit kommen lassen. Ist sie aber zu trocken, so muß man sie annässen und unter Umständen so lange liegen lassen, bis alle Theile des Erdhaufens den gehörigen Grad von Feuchtigkeit gleichmäßig angenommen haben. Zu trockene Erde bleibt bröcklig und verbindet sich nicht zu einer festen Masse; zu feuchte dagegen weicht dem Drucke zur Seite aus und klebt an die Seitenwände der Formen.

Um das Anhängen des gepreßten Steines an den Wänden der Form zu verhüten, ist es vortheilhaft, sie mit Juchtenleder zu beziehen; man könnte sie aber auch mit dünngewalzten Blei- oder Zinkplatten füttern, oder aber die Form aus Gußeisen machen und sie innen schleifen und glätten. Unten auf den Boden der Form, die, nachdem der Quader ausgehoben ist, allemal reinlich ausgeputzt werden muß, wird ein genau nach der Länge und Breite der Form zugeschnittenes Brettstück eingelegt, mit trockenem klarem Sande bestreut und dann erst die Form mit lockerer Erde 10″ hoch angefüllt. Die Erde muß möglichst klar und von festen Klumpen gereinigt sein und gleichmäßig so gestreut werden, daß durch das Pressen durchaus gleichmäßige Dichtigkeit und Festigkeit im Steine erlangt wird. Der gepreßte Quader wird auf dem bemerkten, auf dem Boden der Form eingelegten Brette aus der Form vorgerückt und darauf weggetragen. So läßt man ihn 24 Stunden unter dem Trockenschuppen auf der breiten Seite liegen. Hat er so durch Austrocknen mehr Festigkeit erlangt, so wird er auf die schmale Seite gestellt, um das Austrocknen zu vollenden. Die Steine dürfen, besonders in den ersten Tagen, weder dem Sonnenschein, noch einer zu sehr bewegten Luft ausgesetzt werden, damit sie nicht aufreißen, sondern nur allmählich trocknen.

Die größte Festigkeit und Dichtigkeit erhalten die davon gefertigten Mauern dann, wenn die Quadern, fast ganz ohne Mörtel dazwischen zu bringen, mit möglichst kleinen Fugen auf einander gelegt und an einander geschoben werden, während zu ihrer Verbindung die sich berührenden Flächen mit einem dünn gemachten Streulehme mittelst eines Pinsels über-

strichen und dann scharf an einander geschoben werden. Man kann die gepreßten Quadern leicht nach Schmiegen zurichten, um das Verhauen zu vermeiden, welches bei diesen Steinen unzulässig ist, wodurch das Vermauern genauer und schneller vor sich geht. Fig. 18 ist A ein Aufriß der Presse; ab, ab sind zwei eichene Wangen, 8″ im Quadrat stark, die mit ihren unteren Enden fest in die Erde gegraben werden; cd ist der untere Riegel, auf den die Form **B** gestellt wird, er muß wenigstens **12″** breit sein, damit die Form mit ihrer lichten Breite, die **10″** beträgt, vollkommen darauf stehen kann, weil sie sonst während des Pressens keinen sichern Stand hat; zu beiden Seiten dieses Riegels wird eine Bettung von Brettern in gleicher Höhe mit demselben gelegt, um die fertigen Quadern mit Bequemlichkeit unter der Presse hervornehmen zu können. Der obere Riegel ef hat bei g ein Loch, durch welches die Schraubenspindel hi sehr willig durchgesteckt werden kann. Beide Riegel haben Schlitzzapfen, so daß mittelst hölzerner Keile das Gesperre zusammengehalten werden kann. Die Schraubenspindel hat etwa 3″ im äußern Durchmesser und ist $3^1/_2$′ lang, die Mutter k ist 9″ hoch und 9″ lang und breit, sie wird oben und unten mit starken eisernen Bändern beschlagen, C ist eine untere Ansicht derselben; in den **4** Seiten befinden sich die Löcher n, die vorne mit starken eisernen Blechen beschlagen sind. Soll die Mutter gedreht werden, so wird der Haken o, der an der Handspeiche lm befestigt ist, in eines der Löcher n gehakt und selbige so angesetzt, wie aus der Figur zu ersehen ist. — Da es zu kostspielig sein dürfte, zur Anfertigung von einigen Tausend Erdquadern eine Schraubenspindel nebst Mutter eigends schneiden zu lassen, so ist zu bemerken, daß man sich hierzu sehr gut einer Schraube aus dem Schraubensatze eines Zimmermanns bedienen kann; man befestigt dann die Mutter mit starken Stricken unter den Riegel ef und dreht die Spindel. Die Form B ist im Lichten **20** Zoll lang, **10** Zoll breit und **12** Zoll tief, sie wird aus Eichenholz gefertigt und mit verkeilten Schlitzzapfen zusammengehalten. — E ist das **1** Zoll starke Brettchen, welches in die Form gelegt wird und auf welchem die fertigen Quadern nach dem Trockenplatze getragen werden. — D ist ein eichener Klotz, der mit höchstens $^1/_{12}$ Zoll Spielraum in die Form paßt und auf welchen die Schraube unmittelbar wirkt, zu welchem Ende er bei p eine Vertiefung hat, er ist **12** Zoll hoch, in der Mitte seiner Höhe ist der Sägeschnitt qrs gemacht, damit man beim Pressen, wenn der Quader seine richtige Stärke von **6** Zoll hat, gehemmt wird.

Gerammte Erdquadern nach Isenard.

§. 63.

Isenard, ein Franzose von Geburt, hat diese Methode erfunden, welche weit bessere und zweckmäßigere Steine liefert, als die Lehmsteine und Lehmpatzen sind. Die Isenard'sche Art ist bereits in großer Ausdehnung angewendet worden und hat vor allen anderen Methoden entschiedene Vortheile, weshalb wir hier eine Beschreibung davon geben.

Zu diesen Steinen kann man jede Erdart benutzen, auf der mit Vortheil Weizen erbaut werden kann. Die Erde muß demnach einen solchen Grad von Fettigkeit haben, daß sie, mit Gewalt zusammengedrückt, fest an einander klebt, wie bei dem Pisée, worauf wir sogleich nachher zu sprechen kommen. Sandboden ist natürlich dazu untauglich, weil er nicht den hinlänglichen Zusammenhang hat. Zu reinem Lehmboden muß aber Sand hinzugesetzt werden, da, wenn er zu fett ist, die Steine nicht gut aus der Form gehen. Die Verfahrungsart bei der Anfertigung der Steine und die Vorrichtung dazu ist folgende.

Das Gerüst des Apparates ähnelt ganz einer Ramme, wie sie zum Einschlagen von Pfählen benutzt wird. Sie ist aus sechs Balken zusammengesetzt. Am obern Ende des einen dieser Balken ist eine Rolle angebracht, über welche das Rammseil geführt ist, an welchem der eichene, stark mit Eisen beschlagene Rammklotz, der möglichst rechtwinkelig gearbeitet sein muß, bewegt wird. Auf dem schon erwähnten Balken, welcher die Rolle trägt, ist eine starke Latte freistehend befestigt, welche dazu dient, dem darauf laufenden Rammklotze einen gleichmäßigen Fall zu geben und die Schwankungen nach der Seite hin zu vermeiden. Auf dem Boden unterhalb des Rammklotzes ist ein starker, aus Eichenholz gearbeiteter niedriger Tisch angebracht, auf welchem eine Scheibe an der linken Seite mit einer Schraube befestigt ist. In dieser Scheibe ist ein aus starkem zähem Holze, und zwar aus einem Stücke, gearbeiteter Kasten eingelassen. Aeußerlich ist dieser Kasten mit eisernen Bändern versehen und sein innerer Raum ist mit einem ungefähr 1/2 Zoll starken, genau in den hölzernen passenden, gußeisernen Kasten gefüttert. Dieser Kasten bildet die Form des zu schlagenden Steines. Die gußeiserne Form muß möglichst glatt ausgeschliffen sein, damit keine Unebenheiten den Stein am Herausfallen hindern, und überall genau an die hölzerne anschließen, weil sie sonst augenblicklich zerplatzt. Dieser Form giebt man ungefähr das Doppelte der Höhe, welche

man für den Stein bestimmt hat. Die anzuwendende Erde, welche so trocken sein muß, daß sie sich in der Hand durchaus nicht ballen läßt und niedergeworfen in Staub zerfällt, wird nun in die Form gethan und, nachdem dies geschehen, wird der oben mit Eisen beschlagene Kloß, dessen unterer Theil genau in den mit Erde gefüllten Raum des Kastens paßt, aufgesetzt und nun beginnt das Rammen. Die ersten Schläge geschehen langsam, damit der Kloß nicht nach der Seite abweiche und die Form verderbe. Erst beim dritten Schlage wird scharf angezogen. Mit 6 bis 7 Schlägen sitzt der Kloß mit seiner Kante auf dem Rande des Kastens auf und der Stein ist dann fertig.

Ein auf der rechten Seite stehender Arbeiter dreht jetzt die Scheibe so weit, daß der Kasten gerade über dem Loche im Tische steht, wo dann der Stein durch dieses auf eine untergespannte Leinwand fällt und auf der linken Seite herausgenommen wird. Die Größe der Steine ist willkührlich; die in Odessa angefertigten sind 12 Zoll lang, 8 Zoll breit und 6 Zoll dick. Fünf Arbeiter, welche zur Bedienung dieser Vorrichtung erforderlich sind, nämlich drei an der Ramme, die zwei andern zu den Handdiensten, machten von diesen Steinen an einem Sommertage 350 Stück, und da deren Kubikinhalt $4^1/_2$ Mal größer als der unserer Lehmsteine ist, so ergeben sich 1575 Stück, welche von fünf Arbeitern an einem Tage angefertigt werden. Erhält nun der Arbeiter auf dem Lande $^1/_4$ Thlr. Tagelohn, so betragen die Kosten der Anfertigung von 1575 Steinen $1^1/_4$ Thlr., indem man keine Transportkosten zu zahlen hat. Würden dergleichen erforderlich, so müßten sie natürlich mit in Rechnung gebracht werden. Rechnet man 1500 Stück Steine gewöhnlichen Maßes als zu einer Schachtruthe erforderlich, so kostet diese ohne Haltung der Maschine und der erforderlichen Transportkosten $1^1/_4$ Thlr. an Material. Lehm oder andere Bindemittel sind nicht nöthig. Der Stein wird nur mit der Hand ein wenig befeuchtet und an die untere Lage fest angetrieben. Herr Isenard hat in Odessa drei Gebäude ausgeführt. Das eine war im Jahr 1839 fünf Jahre, das andere zwei Jahre, das dritte ein Jahr alt. Zum ersten war als Bindemittel Kalk, zum zweiten Lehm und zum dritten kein Bindematerial genommen, und letzteres hat sich bis jetzt als die beste Art bewährt; denn Kalk verbindet sich nicht mit dem Lehmsteine, Lehm, als Mörtel dazu genommen, macht die Steine an den Außenflächen weich und zusammendrückbar, wodurch auch eine stärkere Setzung des Mauerwerks erfolgen muß, bei der dritten Verbindung aber, wo die Steine bloß an-

genetzt und auf einander gerieben werden, kleben sie an einander und ihre Last drückt sie fest auch ohne Mörtel, und überdies bleibt die Mauer auf diese Art gleich von vorn herein am trockensten. Während des Erdbebens in Odessa haben diese drei Gebäude durchaus nicht gelitten. Mit den einzelnen Steinen sowohl als mit den Mauern hat man mannigfaltige Versuche angestellt, und zwar bricht ein Stein, der nach dieser Art angefertigt worden, wenn man ihn aus Leibeskräften auf die Erde wirft, nicht entzwei, sondern erhält höchstens nur eine Beschädigung an den Kanten. Mit einem Beile kann man einen solchen Stein nur mit Mühe zertrümmern. Eine Büchsenkugel, bei 30 Fuß Entfernung auf eine solche Mauer abgeschossen, fällt plattgedrückt, ohne die geringste Zerstörung bewirkt zu haben, auf die Erde nieder. Der Generalgouverneur Graf Woronzow hatte eine Kanone anfahren lassen und eine 3½ Fuß starke Mauer ertrug diesen Schuß ohne bedeutende Zerstörung, und nur der Stein, auf den die Kugel gewirkt, hatte eine Vertiefung in der Stärke dieser Kugel bekommen. Der Stein läßt sich nicht anders zum Gebrauch verkleinern, als wenn man ihn mit einer Schrotsäge zerschneidet. Man thut wohl, die Mauer mit einer Berappung oder einem Abputz zu bekleiden. Unter vielen guten Eigenschaften dieser Bauart, bei denen die Wärme, welche die Räume erhalten, für unser Klima nicht die unbedeutendste sein möchte, ist noch besonders zu bemerken, daß die Bekleidung der Mauer mit Kalk in Zeit von 8 bis 10 Tagen vollkommen trocken ist und den der Gesundheit so nachtheiligen Kalkgeruch durchaus in sich aufnimmt, so daß Häuser schon 14 Tage nach der Vollendung der Bekleidung bewohnt werden können. Zu den Fundamenten benutzt man entweder Feldsteine, wenn der Grund feucht ist, oder bei trockenem Grunde gräbt man nur einen Canal zum Fundament und füllt in denselben schichtenweise 6 Zoll hoch Erde. Jede Schicht wird tüchtig abgerammt, mit einer Handramme festgestampft und damit fortgefahren, bis der Canal voll ist.

Die Vortheile dieser Bauart vor dem Lehmstein- und Piséebau sind theils durch ihre bei weitem größere Wohlfeilheit, theils durch die so geringen Umstände, welche durch die Ausführung verursacht werden, so in die Augen leuchtend, daß ein Mehreres darüber zu sagen überflüssig wäre.

Mauerquadern aus Mauersteinbrocken durch Gypsguß.

§. 64.

Ein Herr Fremin hat gegen das Ende des 17. Jahrhunderts ein

Verfahren entdeckt, aus den Brocken alter Mauersteine große Bausteine zu verfertigen. Die Brocken werden nämlich in eine hölzerne Form geschüttet und mit dünnem Gypse übergossen, in wenigen Tagen ist die ganze Masse hinreichend erhärtet, um mit diesen Steinen große Mauern aufführen zu können.

Ein Hôtel de Plâtres von dieser Bauart, welches in Paris in der Straße Grenelle der Vorstadt St. Antoine bereits 80 Jahre gestanden, wurde nach dieser Zeit von Herrn Patte noch in vollkommen gutem Zustande gefunden.

Einen neueren Beweis von der Haltbarkeit der Mörtelsteine führt Herr Vicat in seinen Recherches sur les mortiers, S. 78, mit folgenden Worten an: Zu Alessandria im Piemontesischen verfertigt man künstliche Steine, die man Prismen nennt, die vorzüglich zu Eckquadern dienen und die Form eines dreiseitigen Prisma's haben. Man verwendet hierzu einen vorzüglichen hydraulischen Kalk aus der Gegend von Casale und löscht ihn nach dem gewöhnlichen Verfahren. Am fünften oder sechsten Tage, nachdem er aufgegangen ist, wird er mit einem Gemenge von Quarzsand, Kies und Kalksteinabgängen gemischt und sorgfältig durchgearbeitet. Dann gräbt man in einen trockenen Boden einen Graben, dessen Querprofil ein Dreieck ist, und giebt ihm eine beliebige Länge, streicht die Seitenwände mittelst Wasser und einer Mauerkelle glatt und schüttet die Mischung schichtenweise hinein, indem man regelmäßige Lagen von Kieselsteinen darin anbringt, und bedeckt dann die Prismen einige Fuß hoch mit der ausgegrabenen Erde. Das Mischungsverhältniß für einen Kubikmeter ist 0,14 Kalk, als Teig gemessen, 0,66 Sand und Kies, 0,20 Kieselsteine. Die Prismen macht man 1,40 Meter lang und jede Seite am rechten Winkel des Querschnittes (Katheten) 0,8 Meter breit, sie bleiben in der Regel 3 Jahre im Boden liegen; indessen sind schon zwei Jahre hinreichend, wenn der Kalk von der besten Gattung ist. Herr Vicat sah dergleichen Steine von einer Höhe von 6—7 Meter (18 bis 21 Fuß) herab über einander werfen, ohne daß sie zerbrachen, bloß die Ecken wurden dadurch beschädigt.

§. 65.

Herr de la Faye schlägt in seinem Mémoire von 1778 vor: Mörtelsteine von Sand zu fertigen, die ihrer Leichtigkeit wegen zu Scheide-

wänden im Innern, zu Schornsteinröhren und auch anderen Arbeiten da zu verwenden seien, wo der Gebrauch des Holzes vermieden werden soll.

Zur Anfertigung derartiger Mörtelsteine nehme man vorzüglich guten Kalk, lösche ihn gehörig ab, und nachdem er die gehörige Consistenz erlangt hat, um ihn zertheilen zu können, ohne daß er zerfließt, arbeite man ihn mehrmals mit gutem feinem Grubensande, oder besser mit zerstoßenen Sandsteinen, auf einem steinernen Boden mit eisernen Spitzhauen durch. Wenn dieser Mörtel etwas dick zu werden beginnt, so füllt man die Formen mit dem zubereiteten Mörtel aus und beachtet hauptsächlich, daß alle Winkel und Ecken gut ausgefüllt werden. Sind die Formen bis über den obersten Rand voll, so muß dieser Mörtel mit hölzernen Schlägeln gestampft werden. Während dieses Stampfens wirft man von Zeit zu Zeit mit Vorsicht recht feinen Sand oder gesiebten Steinstaub über die gefüllten Formen, um das Wasser, welches durch das Stampfen sich zeigt, abzusondern. Da dieses Wasser kalkhaltig ist, so bildet es mit dem Sande eine Kruste von vorzüglicher Härte. Um die Mörtelsteine gut zu stampfen, müssen die Formen auf einen ebenen, gut verbundenen Boden von harten Steinplatten gelegt werden, den man mit einer dünnen Lage feinen Sandes bedeckt. Zur völligen Austrocknung werden die Mörtelsteine an einem der Zugluft ausgesetzten, oben bedeckten Orte aufgestellt. Nach Verlauf von zwei Jahren erlangen sie eine Härte, die der weicher Sand- oder Kalksteine gleich kommt und mit der Zeit noch mehr zunimmt.

In Rom soll ein gewisser Leoni aus allen Arten von Sand Steine gefertigt haben, denen er nach Erfordern mehr oder weniger Härte gab und die zu Bauten aller Art haben benutzt werden können. Diese Steine des Leoni wurden in Rom von allen Baumeistern, besonders von dem berühmten Math. P. Giacomo Minimi, als brauchbar anerkannt. — Die Dimensionen dieser Steine können 10—12 Zoll in der Länge, 5 bis 6 Zoll in der Breite und 3—4 Zoll in der Dicke betragen.

Steine mit kieselsaurem Kalk.

§. 66.

Diese Steine beruhen auf der Bindung von Sand oder Kiesel oder Kalkstein durch auf den Oberflächen derselben entstehenden kieselsauren Kalk.

Bei fettem Kalk scheint diese Bindung, wenn viel Wasser vorhanden ist, nicht zu erfolgen, wohl aber dann, wenn der Aetzkalk auf der Kieselfläche eintrocknet, daher findet sie bloß bei allmählichem Austrocknen des

Mörtels statt und wird erst nach Jahren vollständig, wenn er Gelegenheit hat, abwechselnd wieder etwas Feuchtigkeit aus der Luft oder dem Wasser anzuziehen, wodurch Aetzkalktheile sich lösen und in neue Verbindung mit Kieseltheilen treten. Nebenbei findet noch eine andere Erhärtung an den äußeren Theilen durch Kohlensäureanziehung statt. Dadurch wird der Aetzkalk zu kohlensaurem Kalk. Er gewinnt zwar dadurch wenig an Festigkeit, aber er erlangt dadurch den Vortheil, daß er unlöslich für Wasser wird.

Schneller als gewöhnlicher Kalk erhärtet mit Kieselsand der Kalk, welcher fein vertheilte Kieselerde oder Kieselerde haltende Thonerde enthält, der sogenannte magere und hydraulische Kalk. Dieser giebt, zu Pulver gestoßen, mit Wasser schon für sich einen künstlichen Stein und noch besseren, wenn er mit Zusatz von Kieselsand oder gestoßenem Quarz und hinlänglicher Feuchtigkeit dem Erhärten überlassen wird.

Zwölf Theile Kieselsand, ein Theil gewöhnlicher gebrannter Kalk, zu Kalkmilch gelöscht, und zwar mit so wenig Wasser, daß die Mischung nach dem Vermischen nur feucht erscheint, in Formen oder zwischen Brettern gestampft oder gepreßt, geben eine gute, zu Wohngebäuden brauchbare Masse, die aber erst, wenn sie langsam an der Luft austrocknet, gehörig erhärtet, daher man die Formbretter nach 24 Stunden wegnehmen muß. Ist aber das Aeußere erhärtet, dann erhärtet sie in Wasser noch schneller als in der Luft, da sich dieser Masse hier durch Einsaugung Feuchtigkeit darbietet, so wie die Kalktheile im Innern derselben bedürftig sind.

Die Menge des Kalkes richtet sich übrigens nach der Beschaffenheit des Sandes. Man nimmt so wenig Kalk als möglich, aber stets so viel, daß die Zwischenräume, welche der Kies läßt, ausgefüllt sind. Manche Kiesarten erfordern 2—3 Theile Kalk. Nimmt man unter den Sand auch größere Steine, so bedarf man weniger Kalk.

Gutsbesitzer Prochnow in Pommern war der Erste, welcher Häuser aus dieser Mischung baute. Diese Mischung eignet sich übrigens auch zu wohlfeilen Estrichen, jedoch nur auf trockenem Boden, wo sie austrocknen kann. Man giebt ihr, nachdem sie trocken ist, einen Anstrich von Rindsblut und Kalk.

Hydraulischer Kalk, Sand, Wasser und etwas Alaun giebt das Gemisch zu den in Schweden üblichen gegossenen Häusern. Man macht die Form der Mauern aus Brettern, gießt die Mischung ein

und nimmt die Bretter nach einigen Monaten wieder weg. Das vor 1836 abgebrannte Städtchen Wenersberg ist ganz auf diese Art gebaut.

§. 67.

Bau mit gestampfter Erde (Pisée-Bau).

Zum Piséebau eignet sich jede bindende Erdart, die im feuchten Zustande sich ballt oder beim Pflügen Schollen bildet; wenn man mit einem Spaten Gewalt brauchen muß, um Stücke von der Kruste des Erdreichs abzubrechen; wenn auf dem Acker Erdklöße vorhanden sind, die zerschlagen werden müssen. Ist die Erde fetter, so hat es den Nachtheil, daß die Mauer leicht Risse erhält. Ist sie zu mager oder trocken, so bröckelt sie zu leicht ab, und man besprengt sie daher mit so viel Wasser und Sand, bis sie sich ballen läßt; sie darf weder Wurzeln noch andere verwesliche Gegenstände enthalten. Steine bis zur Größe eines Hühnereies haben keinen Nachtheil. Anfangs bediente man sich bei dieser Bauart bloß der reinen Erde; die Erfahrung hat aber gelehrt, daß es zweckmäßiger ist, sie mit Stroh, Schäben rc. so zu vermengen, wie dies oben bei den Lehmpatzen erwähnt worden ist.

Die Formen, zwischen welchen man stampft, bestehen aus zwei starken Brettern, die mit eisernen Stäben, welche an ihren Enden mit Schrauben versehen sind, oder mit hölzernen, an ihren Enden mit Einschnitten oder Zapfen versehenen Stäben zusammengehalten werden.

Diese beiden Bretter werden so weit auseinander gestellt, als die Mauer dick werden soll, und je nachdem der Bau immer höher geht, auf die bereits fertige Mauer gelegt, so daß sie zu beiden Seiten ein wenig herabgehen. Die unteren Stäbe liegen auf der Mauer auf und man bedarf daher kein Gerüste, um sie daran zu befestigen. Mittelst der Schrauben oder Zapfen werden die Bretter so gegen einander getrieben, daß der untere Theil fest an die Mauer schließt, und mit den Spannhölzern hält man den obern Theil in der Breite auseinander, welche die Mauer erhalten soll. Dann schüttet man die Erde ein, die, wenn der Bau höher kommt, in Kübeln hinaufgezogen wird. Man schüttet sie stets auf einmal 2—4 Zoll hoch ein und stampft sie mit hölzernen Keulen oder Stampfen und sieht besonders darauf, daß das Stampfen überall recht gleichmäßig und fest geschehe, namentlich gegen die Ecken und da, wo Bogen gebildet werden sollen.

Ist die Erde zu trocken, so näßt man sie etwas mit Wasser an, was auch mit den Formbrettern geschehen kann, indem dadurch die Glätte der Mauer etwas vermehrt wird. Beim Auftragen einer neuen Lage wird die untere, wenn sie abgetrocknet ist, etwas angenäßt.

Das Stampfen erfolgt in der ganzen Länge des Hauses; man stampft nämlich immer eine Lage von der Höhe der Formbretter um das ganze Haus herum, ehe man die zweite höhere anfängt. Es ist gut, wenn bei trockenem Wetter die untere Lage etwas abgetrocknet ist, bevor die folgende darauf kommt, es ist aber auch nicht von Nachtheil, wenn gleich fortgebaut wird.

Bei Fenster- und Thüröffnungen werden Formbretter eingesetzt, die man wieder wegnimmt, wenn die Erde abgetrocknet ist. Den Thüren und Fenstern ein Futter von Stein oder Holz zu geben, ist nicht nothwendig, wenn man den obern Theil derselben wölbt oder dort Holz einlegt.

Während des Baues hat man den obern Theil der Mauer vor Regen zu schützen, indem sonst die Erde erweichen würde.

Das Auflegen der Balken in den Stockwerken geschieht wie gewöhnlich; ebenso das Aufrichten des Daches.

Wenn die Mauer vollkommen trocken ist, so wird sie geglättet und später mit einem Anstrich versehen, wozu gewöhnliches Kalkweiß oder hydraulischer Kalk mit feinem Sand oder einer Farbe genommen wird.

Drei Arbeiter sind im Stande, in einem Tage eine Mauer von 12 Ellen Länge und 5 Fuß Höhe anzufertigen.

Häuser aus Pisé haben vor steinernen den Vorzug, daß sie wärmer und trockener sind, sich schnell aufführen lassen und nur den fünften Theil so viel kosten.

Zum Bau eines der größeren Gebäude dieser Art wurde im Sommer 1847 mit Ausgrabung des Fundaments begonnen und die Fundamentgräben bis zu reichlich 2 Fuß Breite und etwa $1\frac{1}{2}$ Fuß unter der Oberfläche angelegt, wo sich fester Sandgrund zeigte. Diese Gräben wurden möglichst senkrecht ausgestochen und dieselben ohne Anwendung von Formbrettern mit einem Sandmörtel aus 10 Theilen Grubensand, 1 Theil fein gestoßenem Ziegelmehl und 1 Theil zu Brei gelöschtem schwarzem Kalk, in Lagen von etwa 3 Zoll hoch angefüllt und festgestampft.

Um sich von der Güte dieser Masse zu überzeugen, wurden daraus Quadersteine von mehr als einem Kubikfuß Größe in Kästen gestampft und nach Bildung der äußeren Kruste, welche nach 30 Stunden erfolgte,

in fließendes Wasser gelegt, wo sich nach 3 Tagen eine größere Festigkeit zeigte als an einem anderen Steine, der der Luft ausgesetzt war, ein hinlänglicher Beweis, daß diese Masse auch in nassen Lagen ein gutes Fundament liefert. Nachdem das Fundament bis zur Erdhöhe ausgestampft und abgeebnet war, schritt man zur Aufsetzung der Formbretter für's erste Stock.

Von den gebrannten Ziegeln.

§. 68.

Die Erde, welche man zur Bereitung von Ziegeln verwenden will, muß alle diejenigen Eigenschaften haben, welche für die Lehmsteine gefordert werden. Außerdem aber hat man besonders darauf zu achten, daß die Ziegelerde keine Kalktheile enthalte, weil daraus unbrauchbare Ziegel entstehen, indem die Kalktheile oder auch feiner Mergelkalk ebenfalls mit durchbrennen. Solche kalkhaltige Ziegel werden dann, der Witterung ausgesetzt, durch eintretende Nässe abgelöscht. Abgelöschter Kalk aber nimmt einen größeren Raum ein als unabgelöschter, und dadurch werden kalkhaltige Ziegel zersprengt oder zerbröckelt, je nachdem darin mehr oder weniger Kalk oder Mergelkalk enthalten ist. Man erkennt die Anwesenheit von Kalk oder Mergel sehr leicht dadurch, daß man den zu untersuchenden Lehm mit etwas Scheidewasser übergießt; brauf't es auf, sobald es mit dem Lehme in Berührung kommt, so ist dieses ein Zeichen von der Anwesenheit des kohlensauren Kalkes. Ein Lehm oder Thon, der über 20 Procent Kalk enthält, ist zur Anfertigung von Ziegeln nicht tauglich; ist aber der Kalkgehalt geringer, so begünstigt er die Qualität der Ziegel; denn erhalten dergleichen Steine eine starke Hitze beim Brennen, so befördert die Kalkerde die Schmelzbarkeit des Thones und der Kieselerde und veranlaßt eine Zusammensinterung beider, wodurch die Ziegel an Härte und Festigkeit sehr gewinnen. Auch Steine und Knoten von Schwefelkies dürfen in dem Lehme nicht enthalten sein, weil jedes derselben die Ziegel sehr verschlechtert.

Die bessere Ziegelerde, nämlich den fetteren Lehm und Thon, findet man gewöhnlich erst in einer Tiefe von mehreren Fußen, während geringere Ziegelerde (magerer Lehm) häufig sich schon vorfindet, wenn man die tragbare Erdkruste abgeräumt hat und noch einige Fuß tiefer in die Erde geht.

§. 69.

Hat man einen den Anforderungen entsprechenden Thon oder Lehm, so hat man vorerst zu untersuchen, wie viel Sand er enthält, da reinem Thone, der Erfahrung gemäß, $^1/_4$ reiner feiner Sand zugesetzt werden muß, wenn die Masse einen festen dauernden Ziegel geben soll. Zur näheren Bestimmung kann man annehmen, daß das Schwinden des fetten Thones $^1/_3$ und das des mageren $^1/_4$ vom Inhalte des ungebrannten Steines ausmacht, folglich im ersten Falle $^1/_3$, im zweiten $^1/_4$ mehr Masse, die durch Sand ersetzt werden soll, zu den Ziegeln erfordert wird, als sie nach dem Brennen an Rauminhalte enthalten. Um sich indessen von dem Schwinden ganz genau zu unterrichten, muß man mehrere Ziegel streichen, trocknen und in einer benachbarten Ziegelei brennen lassen, um danach das Schwinden zu ermitteln und die Menge des erforderlichen Sandes bestimmen zu können. Zu diesem Behuf läßt man sich ein hölzernes Gefäß machen, welches genau einen Kubikfuß enthält, also einen Fuß im Lichten lang, breit und hoch ist, füllt es ganz dicht mit dem zu untersuchenden Lehme und gleicht oben alles eben ab, so daß man genau einen Kubikfuß Lehm erhält. Hierauf nimmt man ungefähr $^5/_6$ des Lehmes heraus und übergießt das $^1/_6$ in dem Gefäße bei fortwährendem Umrühren mit Wasser und fährt damit so lange fort, bis sich der Lehm gleichmäßig in dem Wasser verbreitet hat. Dann wartet man ab, bis sich der im Lehme enthaltene Sand zu Boden gesetzt hat, welches etwa in einer Minute geschehen ist; nachdem das trübe Lehmwasser abgegossen ist, wird ein zweites Sechstel Lehm u. s. f., auch die übrigen vier Sechstel ausgewaschen. Der so erhaltene Rückstand wird dann noch so lange ausgewaschen, bis alles Wasser vollkommen rein abfließt, und so erhält man den Sand, der in einem Kubikfuß Lehm enthalten ist. Soll nun die Ziegelmasse $^1/_4$ Sand enthalten, so muß der Boden des Gefäßes bis auf 3 Zoll Höhe damit bedeckt werden; bedeckte nun z. B. der ausgewaschene Sand den Boden nur 1 Zoll hoch, so würde demnach der Lehm in seinem natürlichen Zustande nur $^1/_{12}$ Sand enthalten; es müssen ihm folglich noch $^2/_{12}$ oder $^1/_6$ desselben beigemengt werden, um das beabsichtigte Verhältniß von $^1/_4$ Sand und $^3/_4$ Lehm zu erhalten.

An der Stelle, da man den Lehm zur Ziegelbereitung auszugraben beabsichtigt, läßt man den obern Boden, der viele fremdartige und den Ziegeln schädliche Stoffe enthält, bis 2 oder 3 Fuß Tiefe abräumen und

zur Seite schaffen, so daß man sich eines guten Ziegelthons versichern kann. Man läßt nun den Thon aus der Grube heraus zur weiteren Verarbeitung nach der Ziegelei transportiren. — Ist nun etwa die Thonart zu fest und zähe, so läßt man ihn in lange, schmale, höchstens drei Fuß hohe Haufen werfen, so daß sie in der Richtung von Nordost nach Südwest liegen, in der die Winde am kältesten wehen und daselbst auswittern oder mauken. Die Haufen werden, so lange es die Witterung gestattet, öfters umgestochen und mit Wasser begossen, so daß sie der Frost jederzeit gesättigt findet. Indem nun das Wasser in dem Lehmhaufen friert, zertheilt es vermöge seiner Krystallisation den Lehm, der dann bei eintretendem Thauwetter in kleine Klümpchen zerfällt, die sich nun durch Treten in eine gleichmäßige Masse verwandeln lassen. Kann man den Lehm 2 bis 3 Jahre auswittern lassen, so ist dies von Vortheil für die Ziegel. Enthält z. B. der Thon Schwefelkies und einen kleinen Ueberschuß an Kalk, so wird durch Einwirkung der Nässe der Schwefelkies ausgewaschen und zum Theil zersetzt, dabei scheidet sich Eisen ab, wodurch Schwefelsäure frei wird, die sich mit dem kohlensauren Kalke, wenn derselbe seine Kohlensäure fahren läßt, zu schwefelsaurem Kalke oder Gyps verbindet, der für die Ziegel unschädlicher ist als Kalk.

Nach dem Auswittern kommt der Lehm in den Sumpf, der in einer etwa fußbreiten und 4 Fuß tiefen ausgemauerten Grube besteht, deren Länge sich aber nach den Umständen richtet. In den Ziegeleien legt man gewöhnlich deren mehrere in einer Reihe an; sie müssen aus einer Pumpe mittelst Rinnen eine zweckmäßige Wasserzuleitung haben; desgleichen muß auch durch unterirdische Röhren für eine Ableitung des Wassers gesorgt sein. Der Thon wird in den Sümpfen mit Wasser übergossen und darin zwei oder mehrere Stunden stehen gelassen, bis er gehörig mit Wasser durchzogen ist. Das Wasser muß nur allmählich aufgegossen und etwa zwei Zoll darüber stehend erhalten werden. Nach hinreichender Erweichung im Sumpfe muß sich der Thon zwischen den Fingern gleichmäßig auseinander streichen lassen und danach richtet sich die Dauer des Einsumpfens. Nachdem der Lehm in den Sümpfen durch Verdunstung so viel Wasser verloren hat, daß er zum ferneren Verbrauche gut ist, wird er auf den Tretboden gebracht und ihm der erforderliche Sand zugesetzt, mit dem er durch Treten gleichmäßig vermengt wird.

§. 70.

Die Form der gebrannten Ziegel ist ihrer leichteren Handhabung und der Sicherheit des Mauerwerks wegen nicht gleichgültig. Ziegel von großem Format brennen schwer durch, erfordern viel Brennmaterial und mehr Zeit bei der Arbeit und lassen sich schwer handhaben. Dafür geben sie aber auch stärkeres Mauerwerk und weniger Fugen in demselben. Bei Ziegeln von kleinem Format findet das Gegentheil statt. Sie geben viel Fugen und erfordern also mehr Mörtel. Zu dünn gestrichene Steine trocknen leichter aus, brennen leichter durch, geben aber dagegen viel Bruch.

Die Form muß übrigens so bestimmt werden, daß die Länge eines Ziegels der doppelten Breite mit Einschluß einer Kalkfuge, und die Breite der doppelten Stärke ebenfalls mit Einschluß einer Kalkfuge gleich sei. Gegenwärtig pflegt man die Ziegel so anzufertigen, daß sie nach dem Brande folgende Dimensionen und Gewicht haben:

große	12 Zoll lang,	$5\frac{1}{2}$ Zoll breit,	3 Zoll stark	wiegt 9—10 Pfd.
=	$11\frac{1}{2}$ =	= $5\frac{1}{2}$ =	= $2\frac{1}{2}$ = =	
mittlere	10 =	= $4\frac{5}{6}$ =	= $2\frac{1}{2}$ = =	= 7 Pfd.
=	10 =	= $4\frac{3}{4}$ =	= $2\frac{1}{2}$ = =	
kleine	$9\frac{1}{2}$ =	= $4\frac{1}{2}$ =	= $2\frac{1}{8}$ = =	= 6 =
=	8 =	= $3\frac{3}{4}$ =	= $2\frac{1}{4}$ = =	

Größer und kleiner kommen sie nicht vor, auch sind mehrentheils nur die mittleren Sorten in Anwendung. Die vorzüglichsten heißen Klinker.

Die Form der gebrannten Dachziegel ist nach dem Brande folgende:

a) Plattziegel, Bieberschwänze (Floomsteine)

15 Zoll lang, 6 Zoll breit, $\frac{5}{8}$ Zoll dick,

$13\frac{1}{2}$ = = 6 = = $\frac{4}{8}$—$\frac{5}{8}$ = =

Die längeren sind jedenfalls vorzüglicher, dennoch aber sind die kleineren gebräuchlicher; man bedarf zu den letzteren mehr Latten, mehr Nägel, mehr Steine, mehr Kalk, mehr Bruch und mehr Arbeitslohn, und obgleich sie beim Ankauf etwas billiger sind als die großen, so ist bei dieser kleinen Form doch durchaus kein Vortheil. Ein Ziegelstreicher kann täglich 8—900 Stück verfertigen. Ein Plattziegel wiegt etwa 4 Pfund.

b) Dachpfannen in Form eines liegenden ∽:

eine große Pfanne ist 15 Zoll lang, 10 Zoll breit, $\frac{5}{8}$ Zoll stark,

eine kleine holländische 13 = = $9\frac{1}{2}$ = = $\frac{5}{8}$ = =

auch 12 = = 8 = = $\frac{5}{8}$ = =

Es gilt auch hier ganz dasselbe, was oben bei den Plattsteinen gesagt wurde, allein die kleineren holländischen Pfannen sind besser und auch weniger schief und krumm, weshalb man sie, ihres hohen Preises ungeachtet, den größeren vorzieht, da die Dächer, damit eingedeckt, natürlich dichter werden. Eine Dachpfanne wiegt durchschnittlich 6 Pfund.

c) Fürststeine, Hohlziegel, welche auf die Fürst- und Walmkanten der Dächer gelegt werden. Dieselben sind 18 Zoll lang.

d) Steine zu Pflasterungen von gebrannter Erde, Fliesensteine genannt, werden von jeder beliebigen Form und Größe angefertigt; die gewöhnlichen Sorten sind 11½ Zoll, 10 Zoll, 9½ Zoll, 8 Zoll im Quadrat, 3 und 2 Zoll stark.

e) Werden noch von bestimmter Größe angefertigt: Schlottsteine 9 Zoll lang, 3½ Zoll breit, 2½ Zoll dick; Brunnenkesselsteine 10½ Zoll lang am breiten Ende, 6 Zoll am schmalen, 4 Zoll breit, 3 Zoll dick.

f) Alle Arten künstlich geformter Steine zu Gewölben, Gesimsen, Fensterpfosten und Verzierungen aller Art.

Hierbei ist jedoch noch Folgendes zu berücksichtigen. Will man Steine von besonderer Form anfertigen, so müssen diese Steine, wenn sie gebrannt sind, auch zu dem Verbande der übrigen gewöhnlich geformten Ziegel passen. Demnach müssen die Formsteine mit den gewöhnlichen Ziegeln von einerlei Höhe sein. Aber auch die Breite und Länge muß in den übrigen Mauerverband passen und deshalb ist noch besonders darauf zu achten, daß die Form, in welche die Formsteine als Lehmsteine gestrichen werden, genau im Verhältniß zum Schwinden der Lehmmasse stehe, aus welcher die Formsteine angefertigt werden sollen. Dieses hat aber weiter keine Schwierigkeit, indem jeder eingearbeitete Ziegler das Schwinden seiner Ziegelerde genau kennt; nur muß dieses Verhältniß beobachtet werden, und hauptsächlich ist dies bei dem Aufziehen der Form, welche der künftige Formstein haben soll, zu berücksichtigen.

Die Ziegelöfen.

§. 71.

Das Brennen der Ziegel geschieht entweder in sogenannten Feldziegelöfen oder in gemauerten und bedeckten Oefen.

Die Feldziegelöfen kommen hauptsächlich in zwei Fällen in Anwendung. Erstens, wenn ein Landbesitzer auf seinem Felde Ziegelerde hat und sich seinen eigenen Bedarf an Ziegelsteinen selbst brennen will, ohne

gerade auf Verkauf zu rechnen; oder zweitens, wenn mit einem Male eine so große Menge Ziegel angefertigt werden soll, daß man sehr viele und große, feste und bedeckte Ziegelöfen haben müßte, um das Nöthige zu beschaffen. Im allgemeinen aber sind die Feldziegelöfen nicht so gut als die gemauerten und bedeckten; denn sie erfordern mehr Brennmaterial, die Steine werden nicht so gleichmäßig gebrannt als in geschlossenen, auch gehen mehr Steine bei den Bränden verloren als bei den geschlossenen, endlich leiden sie auch vom Regen. Das Verfahren ist folgendes:

In der Nähe der Grube, in welcher man die Erde bearbeitet, wird ein Platz geebnet und in Bahnen (Trockenfelder) getheilt. Die Bahnen sind gewöhnlich jede 15 bis 18 Fuß und je nach der Menge der Steine, welche man fertigen will, bis 60 Fuß lang. Zwischen je zwei Bahnen ist als Scheide eine Erhöhung oder Banquet von 3 Fuß Breite und ½ Fuß Höhe, und zu beiden Seiten mit kleinen Gräben zum Abfluß des Wassers versehen. Für jeden Streichtisch rechnet man 5 Bahnen. An einem solchen Streichtische können bei 60 Fuß Länge, im Verlauf von 5 Monaten 500,000 Steine gefertigt werden.

Zu jedem Tische gehören 3 Formen, gewöhnlich 5 Menschen, bei voller Arbeit aber 6 Menschen; nämlich:

Ein Mann zur Zubereitung der Erde, ein Träger, ein Aushelfer zur Disposition des Erdarbeiters und Trägers, ein Ziegelformer und ein oder zwei Abträger.

Ein so besetzter Streichtisch liefert täglich bis 5000 Ziegel, welche in die Trockenbahnen ausgelegt werden. Bei günstiger Sommerwitterung läßt man die Ziegel gewöhnlich 24 Stunden auf der flachen Seite liegen, und sie werden nach Verlauf dieser Zeit von Knaben auf die hohe Kante gestellt. Am dritten Tage werden sie auf den Banquets zum Austrocknen 3 Lagen breit und gegen die Westseite 15, gegen die Morgenseite 16 Lagen hoch auf die hohe Kante aufgestellt. Bei ungünstigem Wetter werden sie mit Strohmatten, gegen die Westseite abdachend, bedeckt.

Nachdem die auf den Trockenbahnen aufgestellten Steine gehörig ausgetrocknet sind, beginnt man mit dem Setzen des Ofens und verfährt dabei auf folgende Weise:

Man sucht für den Ziegelofen die höchste und trockenste Stelle aus, ebnet sie und stampft den Erdboden fest, um das ungleichmäßige Einsinken der Ziegel zu verhindern.

Erst wird eine Lage Ziegel in der ganzen Ausdehnung, welche der

Ofen bekommen soll, einer neben den andern auf die hohe Kante gestellt, wozu man gewöhnlich die auf der Ziegelei befindlichen bleichen und zerbrochenen Ziegel nimmt. Sind aber solche nicht vorhanden, so nimmt man von den getrockneten Lehmsteinen.

Auf diese Lagen kommen die Luftzüge unter den Schürlöchern etwa 3 Fuß von Mitte zu Mitte von einander entfernt. Diese Luftzüge sind so hoch wie ein Ziegel auf die hohe Kante gestellt und so breit wie ein halber Ziegel lang. Sie werden mit flach liegenden Ziegeln dergestalt bedeckt, daß zwischen je zwei bedeckten Ziegeln etwa $1/2$ bis $3/4$ Zoll Raum zum Durchströmen der Luft bleibt. Auf diese Lage werden die Schürlöcher 10 Zoll breit und mit Einschluß des auf dem Luftzuge liegenden Deckseines 3 Ziegel, auf die hohe Kante gestellt, hoch angelegt. Die Die Schürlöcher werden mit Steinkohlen, unten mit 16 bis 18 Pfund schweren Stücken und darüber mit kleineren Kohlen gänzlich gefüllt. Jede Lage Ziegel zwischen den Schürlöchern wird, ehe man die folgende aufsetzt, $1/2$ Zoll hoch mit durchgesiebtem Kohlengries beschüttet. Kohlengries nennt man diejenigen feinen Kohlen, welche in den Gruben zwischen den Steinkohlenlagern liegen und mit Lehm vermischt als Brennmaterial benutzt werden. Zwischen den in den Zwischenräumen schräg gestellten Ziegeln läßt man etwas weitere Fugen, welche mit kleinen Kohlen, von der Größe einer Haselnuß, ausgefüllt werden.

In Gegenden, wo man Torf hat, kann damit beim Brennen der Ziegelöfen auf ähnliche Weise verfahren werden. Die Ziegel werden nun über den Schürlöchern weiter abwechselnd aufgepackt. Zwischen den Ziegellagen wird in der mittlern Höhe des Ofens das Kohlengries einen schwachen halben Zoll, nach oben aber etwas stärker geschüttet. Werden die Feldziegelöfen mit Holz geheizt, so fallen die Bänke, Aschenlöcher und Roststeine weg, und der Ofen beginnt dann gleich unten mit den Schürlöchern auf der hochkantigen Schicht.

Die Schürlöcher werden von Einigen auch höher gemacht, aber dann ist auch der 5. Theil mehr Kohlen erforderlich, ohne daß dabei die Ziegel besser würden.

Die Grundform eines Feldziegelofens ist gewöhnlich ein Quadrat, oder ein längliches Viereck und seine Höhe beträgt nicht unter 26 und nicht über 30 Schichten.

Man kann annehmen, daß in den kleinsten Feldziegelöfen 20,000 Stück und in den größten 450,000 Stück mit einem Male gebrannt wer-

den. Die Erfahrung lehrt, daß die größeren Oefen die vortheilhafteren sind, indem dabei weniger Ziegel verloren gehen, als bei den kleineren. Im Durchschnitt beträgt der Verlust 10 bis 12 Procent.

Um das bei zu starkem Feuer eintretende Zusammenbacken der Ziegel zu verhindern, wenn nämlich das Feuer vom Winde nach einer Seite hingetrieben wird, pflegen einige Ziegler zwischen den Kohlenlagern feinen Sand dünn einzustreuen, welcher dann während des Brandes durch die offenen Fugen mit der Kohlenasche vermischt durchfällt.

Nachdem der Ofen gesetzt ist, werden die Wände außerhalb und die Decke mit Lehm beworfen und beschmiert. Alsdann wird das Feuer in sämmtlichen Schürlöchern zugleich angezündet. Während des Brandes hat man darauf zu sehen, daß diejenige Seite, welche dem Winde und Schlagregen ausgesetzt ist, mit Strohmatten, welche an hölzerne Pfähle befestigt werden, geschützt werde, damit der Wind das Feuer nicht gegen eine Seite hintreibe und der Ofen ungleich ausbrenne. Bemerkt man, daß das Feuer an einigen Stellen oben auf dem Ofen durchbricht, so müssen diese Stellen sogleich mit Erde zugedeckt werden, damit es im Ofen immer nur gleichmäßig fortbrenne. Weichen etwa die Seitenwände des Ofens während des Brandes aus, was häufig geschieht, so müssen sie sogleich durch starke, schräg in die Erde gestemmte Streben gestützt werden.

Ein Ofen von 100,000 Ziegeln brennt gewöhnlich 14 Tage, und einer von 400,000 Ziegeln 5 Wochen. Auf 100,000 Stück Ziegel kommen, je nachdem die Kohlen gut sind, 18 bis 20 vierspännige Fuhren Gries und Kohlen, jede Fuhre zu 18 Scheffeln gerechnet, worunter sich etwa 6000 Pfund harte Kohlen befinden.

Beim Brennen mit Torf hat man auf 1000 Stück Steine 5000 Stück guten Torf zu rechnen.

In einem mittelmäßig gerathenen Brande rechnet man zwei hartgebrannte gegen einen blassen Ziegel. Wenn dagegen vor dem Brande die Ziegel gut ausgetrocknet und bei gutem Wetter in den Ofen gesetzt worden sind, so ist gewöhnlich der innere Theil, bis auf die äußere Wand, durchgehends gleichförmig ausgebrannt und es finden sich darin wenig bleiche Ziegel, die sehr wohl für innere Holzwände und kleine Scheidemauern statt hartgebrannter verbraucht werden können.

Ziegelofen mit umschließendem Mantel. Bei diesem Ofen sind die Wände mit einem Mantel umgeben, so daß zwischen beiden ein Raum bleibt, der entweder mit einem sehr schlechtleitenden Körper oder

gar nicht ausgefüllt wird. Von dieser Einrichtung ist der in Fig. 19 abgebildete Ofen. Fig. 20 ist ein Durchschnitt desselben nach der Linie YZ, Fig. 21 nach der Linie WX. abcd stellt die innere oder eigentliche Mauer dar, die mit Lehmziegeln erbaut wird, efgh ist der Mantel, der an den Ecken und zwischen den Schürlöchern mit Strebepfeilern iii... versehen ist und von gebrannten Steinen aufgeführt wird. Der Raum zwischen diesen beiden Mauern ist mit einer nichtleitenden Masse gefüllt, wozu sich Asche am besten eignet; denn sie ist erstens feuerbeständig, wird also von der durch die innere Mauer dringenden Hitze nicht angegriffen; zweitens ist sie leicht, äußert mithin gegen die sie umgebenden Mauern nur einen geringen Druck; drittens ist sie ein schlechter Wärmeleiter; und weil sie viertens ihres lockern Zusammenhanges wegen viel Luft enthält, so wird ihre nichtleitende Eigenschaft noch vermehrt; fünftens endlich leidet ihr Volumen in der Hitze keine Veränderung. Statt der Asche kann man sich auch der Luft als schlechten Leiters bedienen; dann genügt es, wenn der Mantel 4 bis 6 Zoll von der innern Mauer absteht, während im ersten Falle dieser Zwischenraum 2 bis 3 Fuß betragen muß; in beiden Fällen muß er oben vermauert werden, so daß die Ausfüllung von der äußern Luft ganz abgesperrt ist.

Daß übrigens die Mauern genügende Fundamente und der Ofen eine trockne Lage haben müssen, versteht sich von selbst. Der Ofen wird mit einer Mauer klmn umgeben, über den ein leichtes Dachgesperre errichtet wird, welches mit Dachsteinen behangen und so weit erhöht wird, daß es von der Gluth nicht erreicht werden kann. — oo sind die Einsetzthüren, durch welche die lufttrocknen Ziegel eingekarrt werden.

Die Tiefe der Oefen ist nicht willkürlich, denn sie richtet sich darnach, daß das Brennmaterial in die von den Schürlöchern entferntesten Theile desselben bequem genug eingebracht werden können. Dem einfachen Ofen Fig. 19 giebt man daher bei Holzheizung 12 bis 13 Fuß Tiefe, bei Torfheizung dagegen nur 10 bis 11 Fuß. Haben dagegen die Oefen an beiden Seiten Schürlöcher, da sie dann doppelte Oefen heißen, so kann ihre Breite 18 bis 28 Fuß betragen. — Die Höhe der einfachen Oefen ist 14 bis 15 Fuß, die der doppelten 18 bis 20 Fuß. Die Länge der Oefen richtet sich nach dem Bedürfniß.

Die Größe der Schürlöcher und ihre Entfernungen von einander richten sich nach dem Brennmaterial. Bei der Holzheizung macht man sie

12, 18 bis 36 Zoll weit und fast eben so hoch. Bei der Torfheizung 9 Zoll breit und 18 bis 24 Zoll hoch.

In dem Gewerbeblatt für Sachsen 1841, Nr. 86. S. 522, befindet sich von Hrn. Hallbauer eine Beschreibung des am Kaltenstein bei Zittau angelegten Ziegelofens für Braunkohlenfeuerung. — Der Ziegelofen am Kaltenstein, von welchem in Fig. 22 zur Hälfte der Verticaldurchschnitt nach der Linie zz Fig. 23 zur andern Hälfte die Längenansicht, in Fig. 23 der Horizontaldurchschnitt nach der Linie yy Fig. 22, in Fig. 24 der Verticaldurchschnitt nach der Linie vv Fig. 23, und in Fig. 25 der Horizontaldurchschnitt nach der Linie xx Fig. 22 nach dem Maßstabe von $^1/_{120}$ der natürlichen Größe dargestellt ist, besteht seiner Form nach in einem doppelten, überwölbten, länglich vierseitigen Ofen mit untergesetzter Oesse, dessen beide Theile der Tiefe nach vereinigt und nur durch eine schmale und niedrige Mittelmauer getrennt sind.

Die Feuercanäle AA Fig. 22, 23 und 24, von denen sich an jeder der beiden Frontseiten vier befinden, reichen bis an die schmale Mittelmauer BB und sind durch die zwischen denselben von Thon aufgeführten Bänke C Fig. 22 von einander getrennt, welche nach oben in eine Kante auslaufen. Ueber jeder derselben sind innerhalb des Ofenraumes zu beiden Seiten der Mittelmauer 5 kleine Spitzgewölbe DD Fig. 22 und 24 von Thonziegeln errichtet, über welche 5 durch die Länge des Ofenraumes gezogene, der Frontwand und unter sich parallele Thonbänke EE Fig. 22 bis 25 hinlaufen, welche den Luftziegeln zur unmittelbaren Unterlage dienen und durch deren schmale Zwischenräume das Flammenfeuer aus den Feuercanälen emporsteigen kann.

Die Roste FF Fig. 22, 24 und 26, welche die Sohle der Schürlöcher bilden, bis an deren Ende die Aschenfälle GG Fig. 22 und 24 reichen, bestehen aus zweimal sechs starken eisernen Stäben, von denen jedesmal je zwei mit ihren Enden zusammenstoßen und an diesen Stellen auf einem eisernen Unterzuge aa Fig. 23, 24 und 26 ruhen. Die Form der Stäbe ist in Fig. 26 im vierfachen Maßstabe, d. h. nach $^1/_{30}$ der natürlichen Größe dargestellt.

KK Fig. 22 und 23 sind Thüröffnungen zum Ein- und Auskarren der Ziegel, LL Fig. 22 und 23 kleine Oeffnungen zum Beobachten des Ganges; jene wie diese werden während des Brandes mit Ziegeln vermauert. MM Fig. 22 und 23 ist ein hölzerner, das Gewölbe umschließender Verband.

NN Fig. 24 zwei Vorbaue an den Frontseiten des Ofens zum Schutze der Feuerungsräume, deren Sohle um die Tiefe PQ unter der ebenen Erde liegt.

Der Betrieb und dessen Resultate und die Vortheile, welche die dermalige Construction des Ofens gewährt, sind folgende:

Zu einem Brande werden circa 28 bis 30 tausend Ziegel, theils Mauer=, theils Dachziegel eingesetzt.

Sie werden auf die Thonbänke EE aufgesetzt, welche es unnöthig machen, daß die Schürgassen erst gewölbeartig mit Ziegeln überdeckt werden.

Wie bei andern Ziegelöfen, wird auch bei dem hier beschriebenen der Brand durch ein gelindes sogenanntes Schmauchfeuer eingeleitet, welches allmählich bis zum Hochfeuer verstärkt wird, und zu Ende des Brandes werden die Schürlöcher vermauert, um das schnelle Abkühlen des Ofens zu verhindern.

Zu einem vollen Brande, welcher in der Regel fünf Tage und fünf Nächte dauert, sind von der klaren und ganz trocknen Kohle, welche dazu verwendet wird und sonst zu circa $3^1/_5$ Neugroschen pro Scheffel verkauft wurde, 3= bis 400 Scheffel erforderlich, so wie beim An= und Ausfeuern einige Klaftern weiches Holz.

Der Ofen wird während des Hochfeuers durch den Ziegelmeister und drei Arbeiter bedient.

Die eingesetzten Ziegel sollen bis auf 4= bis 600 Stück vollkommen brauchbar sein.

Außer dem Vortheile, welcher in der Möglichkeit liegt, den Brand der Hauptsache nach mit Braunkohlen durchzuführen, werden als besondere Vortheile der Construction des Ofens folgende angegeben:

1) Die große Menge von Bruch, welche bei andern Ofenconstructionen dadurch herbeigeführt wird, daß die Ziegel, welche gewölbeartig über die Feuercanäle aufgesetzt werden, eine unverhältnißmäßig größere Hitze erleiden als die übrigen und durch ihr starkes Schwinden das Nachrücken der obern Schichten verursachen, soll dadurch vermieden werden, daß die unterste Ziegelschicht auf die Thonbänke EE gesetzt wird.

2) Die in der Mitte des Ofens aufgeführte Mittelmauer BB soll das Aufsteigen der Flamme im Ofen begünstigen, indem sie die Entstehung einer Luftströmung aus einem Feuercanale in den gegenüberliegenden verhindert.

Ein gewisser Carville hat einen Ofen zum Brennen gehörig getrockneter Ziegel erfunden, der eine besondere Beachtung verdient. In demselben werden auf gewöhnliche Weise 80,000 Stück auf einmal gebrannt. Es sind zwei an einander sich anschließende Oefen bis zu bestimmter Tiefe in den Boden eingelassen. Fig. 27 zeigt die Oefen von vorn im Aufriß nach der Linie AB der Fig. 29. Die Fig. 28 ist ein Grundriß, im Niveau der Linie CD genommen. Fig. 29 ist ein verticaler Querdurchschnitt durch die Mitte eines der Oefen im Niveau der Linie EF der Fig. 28, und Fig. 30 ist ein verticaler Längendurchschnitt nach der Linie GH. In allen 4 Figuren bezeichnen gleiche Buchstaben die nämlichen Theile. A die Sohle des Ofens, B der Herd, C der Aschenfall, D die Feuerungsthür, E der Rauchfang, F die Feuercanäle in jedem Ofen und in den Ecken desselben; GG sind Längenbalken von $2^1/_2$ Decimeter, die durch die Strebemauer der Oefen hindurchgehen und durch Vorsteckkeile geschlossen sind; HH von den Längenbalken GG eingeschlossene Streben, um das Weichen der Ofenmauer durch Wirkung der Wärme zu verhindern. I Strebepfeiler des Ofens, K Gewölbe über dem zum Ofen führenden Gange.

Das Brennen der Ziegel in gemauerten Ziegelöfen, welche oben nicht zugewölbt, sondern offen sind.

Die Einrichtung und die Behandlung derselben ist ganz so, wie wir eben bei den oben zugewölbten gesehen haben, nur sind sie oben offen. Hieraus entsteht nun der Uebelstand, daß man nach Einkarrung der Lehmsteine obenauf eine Lehmschicht legen muß, wobei wie bei den Feldöfen die obere Steinschicht nach dem Brande größtentheils verloren ist, weil sie mit der aufgelegten Lehmschicht zusammenbäckt: der Hauptnachtheil ist aber der Verbrauch von mehr Brennmaterial, als wenn der Ofen oben zugewölbt ist.

Der Verbrauch des Brennmaterials stellt sich bei den verschiedenen Ofenarten wie folgt:

1) Wird der Ofen zugewölbt, so braucht man um 1000 Stück Steine zu brennen an gutem kiefernen Klobenholz $^3/_4$ Klaftern à 108 Kubikfuß;
2) wird ein Ofen gemauert, aber oben nicht zugewölbt, 1 Klafter;
3) brennt man auf freiem Felde in einem Feldofen, wo jede Einwirkung der äußern Temperatur stärker ist, besonders die Abkühlung des Ofens bei naßkalter Witterung, so braucht man $1^1/_4$ Klafter.

Von schlechterem Holze braucht man verhältnißmäßig mehr.

Auf 1 Klafter gutes kiefernes Klobenholz rechnet man 4000 Stück guten Torfes, woraus sich das Verhältniß des Torfverbrauches ergiebt.

Auf 1000 Steine mit Steinkohle zu brennen rechnet man $3^3/_5$ Scheffel Steinkohlen für einen Feldofen.

Im allgemeinen verhält sich die Feuerungskraft des Torfes zur Steinkohle wie 1 : 13. Das heißt, man kann mit 1 Kubikfuß Steinkohlen so viel heizen als mit 13 Kubikfuß Torf.

Kennzeichen der Güte gebrannter Steine (Ziegel).

§. 72.

Hauptsächlich kommt es auf die Wahl des Ziegelgutes und auf dessen gehörige Bearbeitung und Durcheinanderarbeitung, so wie auf dessen Reinheit und Gleichmäßigkeit an, wenn man gute Ziegel haben will, wie bereits bei der Bereitung der Ziegel gesagt worden ist.

1) Ist das Ziegelgut zu mager, so giebt es mürbe Steine, welche leicht auseinanderfallen und bei der Anfuhr ꝛc. zerbrechen.

2) Ist das Ziegelgut zu fett, so reißen die Ziegel bei dem Trocknen und im Brande entstehen rissige und zersprungene Steine.

3) Die Farbe ist ganz gleichgültig für die Güte der Steine, denn man hat von allen Farben sehr gute und sehr schlechte Steine, vom dunkeln Violet bis zum hellsten Gelb. Ist die Masse sehr thonhaltig, so werden die Steine hellgelb, in's Röthliche spielend, ist die Masse sehr lehmig, so werden sie immer röther, je mehr Eisentheile der Lehm enthält. Außer diesen Fällen giebt es noch bei jedem Ziegelbrande dreierlei Formensorten mindestens.

Denn die am meisten dem Feuer ausgesetzten Steine erhalten eine verglas'te sehr dunkle Farbe, die hartgebrannten sind nicht verglas't und etwas heller, aber immer noch dunkelfarbig (gelb- oder braunroth, je nachdem die Masse war), die mittelgebrannten sind heller und die schlechtgebrannten am hellsten. Hiervon mag es wohl kommen, daß Viele auch die besten hellfarbigen Steine (wie die holländischen Klinker) für schlecht halten. Ferner wird ein und dasselbe Ziegelgut im Ganzen bei Torfbrand eine hellere Farbe annehmen als bei Holzbrand, und man kann nun sehr leicht ersehen, wie die Farbe der Steine zur Beurtheilung ihrer Güte gar nichts beiträgt.

4) Das Aeußere der Steine giebt folgende Kennzeichen für die

Güte eines Steines. Sie müssen gerade, scharfkantig, nicht brüchig, nicht rissig und hart sein.

Wenn man den Stein in die eine Hand nimmt und mit einem Finger der andern Hand daran klopft, muß der gut gebrannte Stein einen hellen Klang geben. Ist der Klang dumpf, so ist der Stein schlecht gebrannt. Wenn man einen Ziegel auf einen Haufen andere Ziegel wirft, geht der gut gebrannte Stein nicht entzwei, sondern verliert höchstens die scharfen Kanten.

Man muß nirgends gebrannte Kalkstückchen am Steine entdecken, weil man alsdann mit Sicherheit annehmen kann, daß die Masse überhaupt Kalktheile enthält und folglich die Steine gar nichts taugen, weil sie, naß geworden, ganz oder theilweise auseinanderspringen. Die Kalktheile lassen sich sehr leicht durch ihre weiße Farbe (wie Kreide) erkennen. Wenn man mit dem Fingernagel daran kratzt, schabt sich der Kalk wie Kreide ab.

Ist Mergelkalk in der Steinmasse, so erscheinen kleine weiße Puncte auf dem Steine, und dann braucht man die Steine nur in das Wasser zu stecken, um zu sehen, ob sie Mergel enthalten. Denn wenn der Stein das Wasser eingesogen hat, wird er durch die Ablöschung des in ihm gebrannten Mergelkalkes theilweise oder ganz auseinanderfallen, und solche Steine sind unbrauchbar.

Ueberhaupt ist Kalk das Uebelste, was in einem Ziegel enthalten sein kann, und man muß sich sehr hüten, dergleichen Steine zu kaufen. Das Sicherste ist, solche Steine auf den Ziegeleien zu kaufen, welche den Winter über im Freien sich tadellos erhalten haben, ohne zu zerfallen und ohne zu erweichen. Alsdann ist man gewiß versichert, daß sie weder mürbe, noch schlecht gebrannt, noch kalkhaltig sind. Es befinden sich häufig in den Steinen kleine oder größere Stücke Quarz, welche auf den ersten Anblick wie Kalksteinchen aussehen; kratzt man aber daran, so bleiben sie unverändert, wodurch man erkennt, daß es kein Kalk ist. Dergleichen kleine Steine müssen zwar auch nicht in den Ziegeln vorkommen, allein sie sind wenigstens nicht verderblich wie der Kalk.

5) Das Innere der Steine, wenn man mehrere derselben zerbricht, giebt folgende Kennzeichen von der Güte der Ziegel. Die Masse muß gleichmäßig sein; je feiner und gleichmäßiger dieselbe erscheint, desto besser ist der Stein. Eine je größere Kraft man zu dem Zerbrechen des Steines

verwenden muß, um so besser ist der Stein. Kalktheile und Kalksteinchen dürfen im Innern ebenso wenig enthalten sein als auf der Oberfläche.

Haut man mit einem Mauerhammer auf den Stein, so muß der Stein willig jede Form annehmen, welche man ihm durch das Behauen geben will; bröckelt oder bricht er ungleichmäßig, so ist der Stein schlecht. Lassen eingetauchte Ziegel das Wasser von ihrer Oberfläche schnell verdunsten, so ist dies ein Zeichen für die Güte des Steines, weil dann sein Gefüge fest ist.

6) Die Dachziegel folgen hinsichtlich ihrer Güte ganz denselben Bedingungen wie die Mauerziegel, nur müssen sie bei ersteren noch schärfer beobachtet werden. Krumm- oder schiefgebrannte Dachsteine geben ein schlechtes und undichtes Dach, sind also nicht zu brauchen. Dachziegel, worin Mergel oder Kalktheile sind, kann man noch weniger gebrauchen als solche Mauersteine.

Die scharfgebrannte Oberfläche der Dachsteine muß unversehrt sein; sind davon viele Stückchen abgesprungen, so zerfällt der Stein bald im Frost, weil das Wasser in den Stein durch die schadhaften Stellen einzieht.

Die Dicke der Dachziegel trägt zu ihrer Festigkeit nichts bei; je feiner und gleichmäßiger die Masse war, um so dünner können die Dachsteine sein. Sind die Dachsteine von einer löcherigen Oberfläche und sehr sandig, so taugen sie nichts, weil sie leicht zerfrieren.

Man muß bei dem Einkaufe darauf sehen, daß man Steine von einerlei Sorte und Maß erhält, weil bei verschiedenen Längen und Dicken das Dach undicht wird.

7) Das Sortiren bei einem Bau ist mit eine Hauptsache für das Gelingen eines guten Mauerwerkes. Wir haben in dem Früheren bereits gesehen, daß bei jedem Ziegelbrande Steine von verschiedener Güte erscheinen. Diese muß man sorgfältig aussuchen und für die verschiedenen Zwecke allein stellen.

a) Die im Brande am schärfsten gebrannten, auf der Oberfläche verglas'ten Steine eignen sich für solches Mauerwerk, welches von der Nässe viel zu leiden hat, wie Kellermauern, Plynthen der Gebäude, Pflasterungen an feuchten Orten, Abdeckung von Terrassen, Hauptgesimsen, Attiken ꝛc. Es muß nur noch hierbei bemerkt werden, daß gewöhnlicher Kalkmörtel sich mit diesen verglas'ten Steinen schlecht verbindet, weil das Wasser nur wenig einziehen kann, und daß man solche Steine, wenn sie

ein gutes Mauerwerk geben sollen, mit schnell trocknenden Mörteln, welche wenig Wasser enthalten, vermauern muß.

b) Die scharfgebrannten Steine sind die besten und nutzbarsten von allen Sorten. Man braucht sie zu allen äußern Mauerflächen, auch wenn sie ohne Bewurf der Witterung widerstehen sollen, ferner wegen ihrer Festigkeit zu allen Wölbungen, zu Pflasterungen, die von der Nässe nicht zu leiden haben, und endlich zu allen Feuerungsanlagen.

c) Die schwächer- und schwachgebrannten Steine kann man nur zu innern Mauern verwenden und auch nur da, wo sie weder Nässe, wie bei Kellern und Erdgeschossen, noch starken Druck, wie bei Wölbungen, auszuhalten haben.

d) Die Dachsteine können auch sortirt werden. Alle krumme, windschiefe, rissige muß man wegwerfen. Es giebt auch hier schwächer und schärfer gebrannnte. Deckt man ein Dach in doppelter Lage mit sogenannten Biberschwänzen, so kann man die schwächer gebrannten für die untere am meisten geschützte Schicht nehmen.

Im allgemeinen aber müssen Dachsteine immer vorzüglich gut gebrannt sein, da sie allem Wetter und auch dem Schnee stets ausgesetzt sind.

Außergewöhnlich gebrannte Steine.

§. 73.

Hierher gehören:

e) Die sogenannten glasirten Steine. Sie zeichnen sich vor den gewöhnlichen Ziegeln dadurch aus, daß man sie auf den Flächen, welche im Mauerwerk nach außen gekehrt sind, mit einem flüssigen Ueberzuge versieht, wodurch sie im Brande mit einer Glasur überzogen werden. Hierdurch erhalten sie nicht nur eine größere Dauer gegen die Witterung, da die Glätte und die Undurchdringlichkeit der Glasur sie gegen Regen- und Lufteinflüsse mehr schützt; sie können auch vermittelst der Glasur verschiedenartig gefärbt werden, so daß man dadurch in den Stand gesetzt wird, dem Mauerwerke eine beliebige farbige Abwechselung zu geben. Die gewöhnlichen Farben sind: schwarz, dunkelblau, dunkelgrün und gelb.

Schon im frühesten Alterthume bediente man sich der glasirten Ziegel zur Verschönerung und Abwechselung des Mauerwerkes und bis in die neueste Zeit hat man die Erfindung zu demselben Zwecke immer angewendet.

Wir haben in Deutschland dafür sehr schöne Muster an den aus Ziegeln erbauten Kirchen der vergangenen Jahrhunderte, wo häufig glasirte Ziegelschichten mit den gewöhnlichen Ziegeln wechseln und sowohl eine angenehme Theilung des Mauerwerkes für das Auge, als auch ein schönes Farbenspiel hervorgebracht wird. Auch die Dachziegel hat man häufig mit einer Glasur überzogen, theils um ihnen mehr Haltbarkeit zu geben, oft aber auch, um in den großen, gleichförmigen Dachflächen, durch Einmischung glasirter Steine, musterförmige Figuren zu bilden. Wir sehen dieses Verfahren noch an mehrern alten Kirchendächern, wo mit der Zeit durch Reparaturen nicht die ganze Zeichnung zerstört ist. Die Glasuren werden auf die trocknen Lehmsteine aufgetragen, ehe sie gebrannt werden; bei dem Brennen zerfließt die Glasur und dringt in die Oberfläche des Steines ein, mit welcher sie sich auf das innigste vereinigt. Es giebt aber auch Glasuren, welche auf schon fertig gebrannte Ziegel aufgetragen werden, wo man alsdann diese Ziegel zum zweiten Male brennen muß, um die Glasur zu befestigen, wie es die Töpfer mit den Kacheln machen.

Da die Glasuren aus ziemlich theuren Bestandtheilen zusammengesetzt sind, so pflegt man nur diejenige Seite der Ziegel zu glasiren, welche im Mauerwerke nach Außen zu stehen kommen.

Das Verhältniß glasirter Steine gegen gewöhnliche Ziegel ist so, daß die glasirten etwa doppelt so theuer sind als die gewöhnlichen.

Wollte man alle Seiten der Steine glasiren, so wäre dieses, abgesehen von dem hohen Preise, nicht einmal gut, da glasirte Steine den Kalkmörtel nicht einsaugen, folglich kein so festes Mauerwerk liefern würden als die unglasirten Flächen.

§. 74.

f) Die Chamotziegel werden in den Dimensionen der gewöhnlichen Ziegel angefertigt. Das Material dazu wird auf folgende Weise gewonnen: In Porzellanfabriken brennt man das Porzellan in Kapseln, welche durch Vermischung von $^2/_3$ zu Mehl gemahlenem schon gebranntem Porzellan und $^1/_2$ Porzellanerde entstanden sind. Diese Kapseln kann man nur einmal benutzen und sie dienen nunmehr zur Anfertigung der Chamotsteine.

Die Kapseln werden nach dem Gebrauch zu Mehl gemahlen, welches man Chamotmehl nennt. Das feinere davon wird wieder zu Kapseln

verbraucht, das gröbere nach obigem Verhältniß mit Porzellanerde vermischt und zu den Chamotsteinen verwendet. Das Verfahren dabei ist ganz dasselbe wie bei den gewöhnlichen Ziegeln. Die Chamotsteine sind weißlich grau, leichter als die gewöhnlichen Steine und vorzugsweise zu Feuerungsanlagen zu verbrauchen, da sie eine viel größere Hitze vertragen können als andere Ziegel. Der Preis dieser Steine ist etwa viermal höher als der gewöhnlicher Steine. Auch verwendet man das Chamotmehl zur Bereitung eines wasserdichten Mörtels, indem man es dem Kalke statt des Sandes beimischt. Ein Kubikfuß Chamotziegelmasse wiegt 140 Pfund.

§. 75.

g) Leichte Steine sind namentlich zu Gewölben wünschenswerther als gewöhnliche Ziegelsteine, da der Seitenschub gegen die Widerlager um so geringer ist, je geringer die Last des Gewölbes gemacht wird. Aus diesem Grunde hat man schon zur Zeit der Römer leichte Steine zu großen Wölbungen verwendet. Bei der Wölbung der Sophienkirche zu Constantinopel verwendete der Baumeister Wölbsteine zur großen Kuppel aus einer eigenthümlichen leichten Erde, welche auf der Insel Rhodus gefunden wurde. Nach Angabe der damals lebenden Schriftsteller sollen die aus Erde gefertigten Steine zwölfmal leichter gewesen sein als die gewöhnlichen aus Lehm verfertigten.

Zur Bereitung leichter poröser Ziegel kann man sich aber auch eines jeden brennbaren zerkleinerten Körpers bedienen, der sich mit der Ziegelmasse leicht vermengen läßt, als: Holz- oder Steinkohlenpulver, ausgelaugte Lohe, gemahlene Föhrenrinde, Torf, Moorerde, Flachs- und Hanfschäben u. s. w. Ziegel aus derartigen Massen mit Lehm oder Thon gebrannt, führen allgemein den Namen Schwammsteine. — Das Verhältniß, in welchem diese Stoffe dem Lehme beigemischt werden sollen, um die erforderliche Leichtigkeit zu erzielen, muß durch Versuche ermittelt werden. Nach Ermittelung dieses Verhältnisses werden dieselben auf dem Tretplatze vollkommen durch einander gemengt und dann die Masse eben so wie gewöhnliche Ziegel gestrichen, so werden sie getrocknet und gebrannt. Beim Bau der Kuppel des Berliner Museums wurden Steine aus einer Mischung von 2 Theilen Thon und 1 Theil gestoßener und gesiebter Holzkohle gebrannt. Diese Steine sind 10 Zoll lang, $4^1/_2$ Zoll breit, $2^1/_2$ Zoll hoch; das Stück davon wiegt $4^1/_8$ Pfund, während ge-

wöhnliche Ziegel von gleicher Größe 7 — 7½ Pfund wiegen. Das Tausend dieser leichten Steine hat 18 Thaler gekostet. Bis zur halben Kuppelhöhe hatte man gewöhnliche Backsteine verwendet, der obere Theil aber, welcher den meisten Seitenschub ausübt, wurde mit leichten Steinen gemauert.

Auch die Schlacken, welche aus den Metallgüssen gewonnen werden, kann man als leichte Bausteine betrachten; sie sind zu Gußwerk bei Gewölben zu Ausfüllung von Zwischenräumen, zu Ausmauerung von Fachwerk u. s. w. brauchbar, namentlich, weil sie sich mit Kalkmörtel sehr gut verbinden lassen. Zu Mehl zerstoßen kann dieses Pulver (wie das der Chamotsteine) anstatt des Sandes dem Kalkmörtel zugesetzt und dadurch ein sehr fester Wassermörtel bereitet werden.

Die Schwammsteine gewähren mehre sehr wesentliche Vortheile. Wegen ihrer Leichtigkeit eignen sie sich namentlich zur Spannung von Gewölben in höher gelegenen Theilen eines Gebäudes, wo man keine starken Widerlager anbringen kann, und überhaupt bei allen Bauten, die keinen großen Druck ausüben sollen. — Die schwammige Beschaffenheit dieser Ziegel verursacht eine stärkere Anziehung des Mörtels und bewirkt eine feste Haftung des Putzes.

Wegen der beigemischten brennbaren Stoffe trocknen die ungebrannten Ziegel leicht aus, ohne sich sehr zu verziehen, und erfordern weniger Brennmaterial, als gewöhnliche Ziegel, sind auch bei weitem schlechtere Wärmeleiter als die gewöhnlichen, was jedenfalls von Wichtigkeit ist.

§. 76.

Im Betreff der Dachsteine ist zu erwähnen, daß zu denselben der Lehm etwas steifer zubereitet werden muß als zu den Ziegeln, indem dadurch die dünnen Blätter mehr Haltbarkeit bekommen. Der Ziegler legt ein Ziegelbrettchen vor sich, bestreut es mit feinem, gereinigtem Sande, steckt die Form in ein Wasserfaß, legt sie auf das Ziegelbrettchen, füllt es mit Lehm aus, indem er die Winkel gut ausdrückt, und streicht das Uebrige bis zu der Stelle, wo die Nase stehen soll, mit einem Streichholze ab; die Nase formt er mit den Fingern und streicht den an den Seiten derselben überflüssigen Lehm mit dem Streichholze fort. Die Nase darf niemals angesetzt, sondern sie muß immer aus der vollen Masse geformt werden, weil sie im erstern Falle nie die erforderliche Festigkeit erhalten würde. Der Dachstein wird sodann mit Sand

bestreut, auf diesen das Trockenbrettchen gelegt und beide Brettchen mit der Form umgedreht; nun wird das Bodenbrettchen herausgenommen und dann auch die Form abgenommen und der Stein auf dem Trockenbrettchen abgetragen und zum Trocknen aufgestellt. Die Fig. 31 A stellt eine Dachsteinform dar, die wegen der größern Dauerhaftigkeit mit dünnem Bandeisen beschlagen wird. Bei ihrer Länge, Breite und Höhe im Lichten muß auf das Schwinden des Lehmes mit Rücksicht genommen werden. Fig. 31 B ist ein Trockenbrettchen, das etwas länger und breiter als ein Dachstein sein muß, um es bequem anfassen zu können. Der Einschnitt a b für die Nase muß etwas länger als sie selbst sein, damit, wenn der Stein beim Trocknen sich der Länge nach zusammenzieht, die Nase Raum zum Nachgeben hat; im entgegengesetzten Falle würde sie abspringen. Da die Dachsteine auf den Trockenbrettern so lange liegen bleiben müssen, bis sie durch's Trocknen die nöthige Festigkeit erlangt haben, so müssen so viel Trockenbretter vorräthig gehalten werden, als Dachsteine zu einem Brande erforderlich sind.

Das Streichen der Dachpfannen und Forststeine, und überhaupt aller gebogener Steine, geschieht ganz eben so, und nur in der Art, wie die Steine zum Trocknen aufgesetzt werden, findet ein Unterschied statt. Es sei Fig. 32 A eine Form für die Dachpfannen, in der die Ecken a und b abgestumpft sind, damit sie sich im Dache überdecken können. Beim Streichen des Blattes mit dieser Form muß die Nase an der Stelle geformt werden, wo der tiefste Punct der Biegung ist. Fig. 32 B ist das Trockenbrett, welches, um das Ziehen und Werfen zu vermeiden, aus vollem Holze gearbeitet sein muß; bei diesem ist ein Abstumpfen der Ecken a und b nicht erforderlich; auch braucht kein Einschnitt für die Nase gemacht zu werden, weil sie nach oben gekehrt ist. Um nun aber das Blatt vom Formtisch auf das Trockenbrett zu bringen, muß ersteres so viel Festigkeit erhalten, daß es mit den Händen aufgenommen und auf das Formbrett gelegt werden kann. Dadurch können aber leicht Borsten in das Blatt kommen, die durch und durch gehen und später den Stein unbrauchbar machen. Zur Vermeidung dieses Uebels hält man das vorher stark mit Sand bestreute Trockenbrett gegen den Streichtisch, schiebt mit der Form das Blatt darauf und drückt es mit der genäßten Hand in die Krümmungen desselben, damit es die richtige Form annehme, und setzt es dann zum Trocknen auf das Gerüste.

Vom Mörtel.

§. 77.

Unter Mörtel versteht man eine Zusammensetzung von gelöschtem Kalk und Sand. Er besitzt die Eigenschaft, an der Luft zu erhärten, an steinartigen Körpern zu haften und mit ihnen sich zu einem festen Körper zu verbinden. Hat der Mörtel die Eigenschaft, unter dem Wasser zu erhärten, so heißt er **hydraulischer Kalk**; enthält dagegen der Mörtel außer dem Kalke auch noch Puzzolane oder Traß, so wird seine Eigenschaft als hydraulischer Kalk, unter Wasser zu erhärten, noch vollkommner und er heißt dann Cement; doch pflegt man überhaupt jeden Mörtel, der unter Wasser erhärtet, Cement zu nennen. Wenden wir uns zunächst zum Kalk, als dem Hauptbestandtheil des Mörtels.

§. 78.

Beim Bauwesen verwendet man hauptsächlich zweierlei Arten Kalk. Die erste Art wird aus Kalksteinen gebrannt und führt, weil er auch in der Gerberei zur Bereitung des Leders verwendet wird, den Namen **Lederkalk**. Die zweite Art wird aus Gypssteinen gebrannt und führt den Namen **Gypskalk**, **Bindekalk**, **Sparkalk**, wohl auch **trockner Kalk**.

Die Kalksteine, aus denen Kalk bereitet werden kann, lassen sich leicht an ihrer äußern Construction, Farbe, an ihrem glatten Bruche und mehren andern Merkmalen erkennen.

In zweifelhaften Fällen hat man jedoch zu untersuchen, ob überhaupt der betreffende Stein kalkhaltig sei, und dann, ob der betreffende Kalk sich auch zum Mörtel eigne. Ob überhaupt ein Stein kalkhaltig sei, erkennt man beim Darauftröpfeln von Scheidewasser oder Salzsäure; ist nun Kalk vorhanden, so entsteht sogleich ein Aufbrausen als Folge der Entweichung des kohlensauren Gases, welches mit um so größerer Heftigkeit erfolgt, je reiner der Kalkstein ist.

Um die Bestandtheile des zum Kalkbrennen bestimmten Steines näher kennen zu lernen, pulverisire man den rohen Stein und begieße das Pulver, nachdem man es in ein wohlgereinigtes gläsernes Gefäß gethan, mit Essigsäure; die entweichende Kohlensäure erregt sogleich ein heftiges Aufbrausen, während dessen sich Kalk in der Säure auflös't. Sobald die Säure gesättigt ist, hört das Aufbrausen auf; man läßt nun die Auf-

lösung ruhig stehen, bis sie sich vollkommen geklärt hat, dann wird die Flüssigkeit von dem Bodensatze in ein Glasgefäß gegossen und der Bodensatz nochmals mit Essigsäure begossen, und dieses so oft wiederholt, als noch ein Aufbrausen erfolgt; der Rückstand enthält erdige Bestandtheile, die aber nicht Kalkerde sind. Tröpfelt man in die Auflösung etwas ätzenden Ammoniak und es erfolgt ein Niederschlag, so ist dieses Thonerde. Da die Kieselerde in der Salzsäure sich nicht auflös't, so bleibt sie im Bodensatze unaufgelös't zurück; die Gegenwart von Eisen wird erkannt, indem sich dasselbe durch Galläpfeltinctur schwarz niederschlägt.

Will man sich statt der Essigsäure der Salpetersäure bedienen, so gießt man sie, nachdem die Auflösung vollendet und geklärt ist, von dem vorhandenen Bodensatze ab, verdünnt sie mit destillirtem Wasser und gießt kohlensaures Kali so lange zu, als noch ein Niederschlag erfolgt, wobei die Auflösung häufig umgerührt und ihr dann Zeit zum Abklären gelassen werden muß. Der erhaltene Niederschlag ist kohlensaurer Kalk, weil sich die Kohlensäure des Kali's mit dem Kalke und das Kali selbst mit der Säure zu einem Neutralsalze verband. Der so erhaltene Kalk ist noch nicht ganz rein; um ihn rein zu erhalten, fälle man mit ätzendem Ammoniak aus der Auflösung erst die Thonerde und das Eisenoxyd; erfolgt nun kein Niederschlag mehr, so läßt man die Auflösung sich klären, gießt sie vom Bodensatze ab und fällt aus ihr den Kalk. Nachdem man so auf eine oder die andere Art den kohlensauren Kalk erhalten hat, gießt man die überstehende Flüssigkeit ab, so daß vom Bodensatze nichts verloren geht, wäscht letzteren mit destillirtem Wasser aus und trocknet ihn. Hat man nun den Stein vor dem Versuche gewogen und wiegt nun auch den getrockneten Rückstand, so erfährt man, wie viel reiner Kalk in dem Steine enthalten war. Um auch zu erfahren, ob Kochsalz (salzsaures Natron) in dem Steine enthalten ist, tröpfle man in die salpetersaure Auflösung des Kalkes etwas salpetersaures Silber; erfolgt darauf ein käsiger Niederschlag, so ist dies ein Beweis, daß Kochsalz vorhanden ist.

Die Kalksteine kommen in der Natur niemals ganz rein vor, immer sind sie mit andern Erdarten gemischt. Der Marmor liefert noch den feinsten und reinsten Kalk. Die allgemeinsten Bestandtheile der Kalksteine sind: Kalkerde, Kohlensäure, Kiesel- oder Thonerde, Metalloxyde, und zwar mehrentheils Eisenoxyd.

Je nach der größeren oder weniger großen Beimischung fremder Erdarten kann man daher den Kalk auch eintheilen:

1) in ergiebigen oder fetten Kalk, welcher aus reinen Kalksteinen, z. B. Marmor, reinem Jurakalke besteht; und

2) in weniger ergiebigen oder magern Kalk, welcher aus Kalksteinen mit Beimischung anderer Erdarten gewonnen wird.

Die mageren Kalksteine erhalten ihre Farbe gewöhnlich von der Beimischung fremder Erdarten; so sehen z. B. die mit Thon gemischten bläulich-grau aus, und je mehr ihnen Thon beigemischt ist, desto dunkler ist ihre Farbe und desto weniger ergiebig ist der Kalkstein. Sie liefern einen kurzen, weniger zähen Thon.

Gewöhnlich rechnet man vier Sorten Kalksteine zur Bereitung des Kalkes für das Bauwesen dienlich. Diese sind:

1) Alle Gattungen von Marmor und einige Tuffsteinarten.

2) Thonhaltige Kalksteine, in welchen der Thon vorherrschend ist.

3) Kieselerdehaltige Kalksteine, in welchen die Kieselerde vorherrscht.

4) Mit Talgerde vermischte Kalksteine, in welchen die Talkerde vorwaltet.

Außer diesen giebt es noch verschiedene andere Kalkarten, z. B. den sogenannten Lesekalk oder Kieselkalk, der aus Kalkkieseln, welche theils in Flüssen gesammelt, theils in Gruben gegraben werden, besteht; den Muschelkalk, dessen man sich besonders an den Seeküsten bedient, wo die Muscheln zu dessen Bereitung gesammelt werden; und den sogenannten Mergelkalk, der aus einer kalkartigen Erde gebrannt wird.

§. 79.

Bevor die Kalksteine als Mauerkalk verwendet werden können, muß man ihnen erst die Eigenschaft beibringen, vermöge welcher sie sich im Wasser auflösen lassen. Diese Eigenschaft erhält nun der Kalkstein, wenn er die gehörige Zeit der Einwirkung des Feuers ausgesetzt wird, d. h. wenn er gebrannt wird.

Durch das Brennen verliert der Kalk seine Kohlensäure, das ihm chemisch beigemischte Wasser, wie auch dasjenige, das ihm nur mechanisch beigemengt ist. Der gebrannte Kalk ist daher bedeutend leichter als der rohe, indem der rohe Kalk beim Brennen wenigstens 0,4 seines Gewichts verliert. Die Kalksteine erfordern, je nachdem sie mehr oder weniger hart sind, mehr oder weniger Thon- und Kieselerde enthalten,

auch mehr oder weniger Zeit und Hitze zum Brennen; gemeiniglich sind dazu 36 bis 46 Stunden erforderlich.

Zu wenig Feuer macht nur die äußeren Theile des Steines gut und die innern bleiben unlöslich; wird aber der Kalkstein zu stark gebrannt, so daß die Kalk- und Kieselerde in Fluß gerathen, dann sintert der Stein zusammen, verglas't und verliert so seine Eigenschaft, beim Löschen zu zerfallen und zu binden.

Die beste Art des Kalkbrennens ist die in eigends dazu erbauten Kalköfen, deren man verschiedene hat.

§. 80.

In dem Bulletin de la Société industrielle de Mulhausen 1840, Nro. 64. pag. 280 — 285 findet man folgende Beschreibung eines Kalkofens, der mit Steinkohlen betrieben wird; er ist von Hrn. Hanser in Lucmschwiller, unweit Mühlhausen erbaut; aus dem Kalksteine, der darin gebrannt wird, kann nur hydraulischer Kalk gewonnen werden. Der Ofen liefert täglich gegen 90 Centner Kalk, der ganz die Qualität des mit Holz gebrannten Kalkes hat und 20 % wohlfeiler ist als dieser. Fig. 33 ist ein verticaler Durchschnitt, Fig. 34 ein Grundriß dieses Ofens; er ist aus Backsteinen in Form eines abgestumpften Kegels erbaut, dessen Höhe A′ A″ = 3,85 Meter, dessen oberer Durchmesser B′ B″ = 3,4 Meter, und dessen unterer Durchmesser C′ C″ = 2 Meter ist. Bei C′ CC″ befindet sich ein gußeiserner Rost B Fig. 33, 34. Die äußere Umgebung bildet eine Bruchsteinmauer, und zwischen dieser und der Backsteinmauer, dem eigentlichen Ofen, befindet sich zur Verhütung jedes Wärmeverlustes eine Ausfütterung von Erde. Bei C′ Fig. 33 wird der gebrannte Kalk aus dem Ofen gezogen; Fig. 35 zeigt diese Oeffnung in doppelt so großem Maßstabe. D ist eine Querstange, die den Rost trägt; gh Fig. 35 ist eine Seitenansicht derselben. Die übrigen Demensionen des Ofens sind folgende:

MB′ = NB″, d. h. die Dicke an der Gicht . . . . = 0,50 Met.
MM′ = NN′, d. h. die ganze Höhe des Ofens . . = 5,00 „
MT = A′ O = NS, d. h. die Höhe von der Gicht
bis zur Sohle des Herdes . . . . . . = 4,35 „
A″ O, die Höhe des Aschenfalls . . . . = 0,46 „
QN′ = 3,45 Meter, RS = TU = 1,25 Met. UR = 1,80 „
VU = 0,55 Meter, WX = 0,10 Met., YZ = M′ Q = 0,75 „

In dem Raume abcd Fig. 34 zum Ausziehen des Kalkes aus dem Ofen ist ab Fig. 35 = 0,70 Meter, cd = 1,6 Meter, ce = df = 1,95 Meter, ag = bb = 0,65, ov = 0,75 Meter, vu = 0,75 Meter, at = 0,18 Meter.

Die Kalksteine und Kohlen werden in abwechselnden Lagen in den Ofen eingetragen; derselbe faßt 200 metrische Centner Kalksteine, wovon täglich 90 Centner Kalk gewonnen werden.

Der Gang des Ofens ist sonach ein fortdauernder; die Gichten gebrauchen 4 Tage, um zum Roste zu gelangen, und werden in dem Maße, als sie niedergehen, oben durch andere wieder ersetzt. Die Kalksteine werden, bevor sie in den Ofen geschüttet werden, 15 Centimeter lang und halb so dick zerschlagen. Die zum Garbrennen des Kalkes erforderlichen Kohlen betragen dem Gewichte nach beinahe den 4ten Theil der Kalksteine; jedoch braucht man sich nicht immer ganz streng an dieses Verhältniß zu halten, denn es ändert sich mit der Qualität der Kohlen, des Kalksteines, der Beschaffenheit der Luft u. s. w.; diese Umstände müssen daher von den, den Ofen beschickenden Arbeitern, deren drei erforderlich sind, aufmerksam berücksichtigt werden.

Die Güte des gebrannten Kalkes läßt sich leicht prüfen, wenn man eine beliebige, aber zuvor gewogene Menge desselben in ein feines leinenes Tuch schüttet, dasselbe mit einer Schnur so zubindet, daß der Kalk darin locker bleibt und nicht herausfallen kann. Bringt man hierauf das Tuch in ein Gefäß mit Regenwasser, so löscht sich der Kalk und löſ't sich im Wasser auf. Wenn das Wasser mit Kalk gesättigt ist, was man leicht an einer milchigen Trübung bemerkt, so erneuert man dasselbe und fährt damit so lange fort, bis sämmtlicher Kalk in dem Tuche sich aufgelöst hat und das Wasser beim Umschütteln desselben nicht mehr getrübt wird. Die in dem Tuche zurückgebliebenen Substanzen sind dann die erdigen Theile, die den Kalk verunreinigen.

Vom Löschen des Kalkes.

§. 81.

Nach dem Brennen des Kalkes muß derselbe bald nachher gelöscht werden, weil er sonst Feuchtigkeit anzieht und auch einen Theil der Kohlensäure aus der Luft wieder an sich zieht, dadurch zerfällt und an Kraft verliert, ja wohl ganz untauglich wird. Wenn daher frischer Kalk weit

verfahren und versendet werden soll, so muß er in Fässer oder Tonnen gepackt werden.

Das Löschen oder Auflösen des Kalkes muß mit großer Behutsamkeit verrichtet werden. Man richtet vor allem eine Grube vor, wenn der gelöschte Kalk längere Zeit darin aufbewahrt werden soll, und gräbt dabei so tief, daß der Kalk unter den Frost, etwa 3 bis $3^1/_2$ Fuß tief unter die Erde kommt. In lockerem Boden muß diese Grube entweder mit Brettern ausgesetzt oder mit Ziegeln ausgemauert werden, um das schnelle Abziehen des Wassers vom Kalke zu verhindern.

Bei der Anlage einer Kalkgrube hat man ferner zu berücksichtigen, daß sie Ueberschwemmungen nicht ausgesetzt sei, indem sonst der Kalk an Güte verlieren würde. Auch müssen die Kalkgruben überdeckt und gegen Regen geschützt sein.

Hat man unter diesen Rücksichten die Grube angefertigt, dann wird die Löschbank so gestellt, daß sie mit dem Schutz über der Grube steht und nach derselben etwas geneigt ist. Der Kalk, welcher auf einmal gelöscht werden soll, wird in die Bank geschüttet und alles zu seinem vollkommenen Löschen erforderliche Wasser (im allgemeinen auf **10** Theile Kalk **40** Theile Wasser) auf einmal darüber gegossen. Man nimmt hierzu reines Fluß- oder Regenwasser; überhaupt kein Wasser, welches aufgelös'tes Kolzsalz enthält. Sobald das hinzugegossene Wasser mit dem Kalke in Berührung kommt, erhitzt er sich und es entwickeln sich hierbei Wasserdämpfe, die beim Einathmen Nase und Lunge reizen. Man läßt so die Mischung ruhig stehen, bis das Kochen aufgehört hat und die Masse sich abzukühlen beginnt, dann wird sie mit eisernen Krücken so lange durchgearbeitet, bis sie eine völlig gleichmäßige Flüssigkeit ist, die etwa die Consistenz dicker Sahne hat. Bei dem Umrühren muß man die Ecken der Löschbank gut auskratzen und darauf sehen, daß keine Klumpen zurückbleiben. Hat man nachher die Kalkmilch höchstens zwei Minuten stehen gelassen, damit sich die gröberen fremdartigen Theile haben zu Boden setzen können, so wird der Schutz geöffnet und der Kalk in die Grube gelassen. Die Kalkbank wird dann gereinigt und mit dem Löschen wieder fortgefahren.

Der abgelöschte Kalk muß einige Zeit in dieser Grube stehen bleiben, da sich erst später noch Kalktheile auflösen, die während des Löschens sich nicht aufgelös't haben. — Abgelöschter Kalk kann, wenn er vor dem Zutritt der freien Luft durch eine Sanddecke bewahrt wird, sehr lange auf-

bewahrt werden, ohne zu erhärten, ja er wird immer besser; es ist daher, namentlich bei Putzarbeiten, wohlgethan, wenn man den Kalk einige Monate vor Beginn des Baues herbeischafft und löschen läßt, ihn mit Sand bedeckt und gleichsam in sich verjähren läßt. Bleibt aber der Kalk unbedeckt der Einwirkung der freien Luft ausgesetzt, so vertrocknet er, bekommt Risse und wird zum Mauerwerk unbrauchbar.

Wenn bei dem Löschen des Kalkes zu viel Wasser genommen wird, was man Ersäufen nennt, so wird der Kalk zur Verarbeitung zu dünn und zieht während des Auflösens im Wasser zu viel Kohlensäure an sich, wodurch er an Kraft verliert; wird hingegen zu wenig Wasser genommen, so verbrennt der Kalk in sich, es werden nicht alle Theile aufgelös't, und der Kalk wird körnig und rauh, wodurch er nicht nur an Kraft verliert, sondern auch an dem Mauerwerke, zu dem er verwendet worden ist, nachschiebt, d. h. nach und nach sich durch die Feuchtigkeit der Luft aufzulösen sucht und abfällt. —

Magerer Kalk kann auf diese Art nicht abgelöscht werden, da er, wenn er in die Grube gebracht wird, sich in kurzer Zeit so verhärtet, daß er wie Stein in derselben liegt und nicht mehr verwendet werden kann.

Magerer Kalk soll daher kurz vor dem Gebrauch abgelöscht werden, wobei man gewöhnlich das sogenannte trockene Löschen oder schwarze Ablöschen beobachtet. Zu diesem Behuf wird erst ein Ring von gutem Sand gemacht, in welchen die Kalksteine eingelegt und so zerschlagen werden, daß sie etwa die Größe einer Mannsfaust erhalten, sodann mit Wasser übergossen und dann der Sand völlig über die Steine fest zusammengeschlagen. Hier erhitzen sich nun die mit Wasser vollgesogenen Kalksteine und zerfallen, welchen Zeitpunct der Mörtelmacher beobachtet, der dann dem Haufen in der Mitte Wasser zusetzt und ihn daselbst aufbricht, worauf er gleich die Masse gehörig untereinander verarbeitet und eine breiartige Substanz oder einen Mörtel bildet, während er sowohl Sand als Wasser zusetzt.

§. 82.

Der gewöhnliche zum Bauen dienende Mörtel ist eine Mischung von **Sand**, fettem **Kalk** und **Wasser**. Diese Mischung erhärtet, indem das Wasser verdunstet, die äußeren Kalktheile aus der Luft Kohlensäure anziehen, dadurch zu kohlensaurem Kalke sich verbinden und in Folge dessen unlöslich in Wasser werden, während die innern sich allmählich

mit der Kieselerde zu kieselsaurer Kalkerde vereinigen. Diese Vereinigung bewirkt das steinartige Erhärten des Mörtels. Bei fettem Kalke geschieht diese Vereinigung nur sehr langsam und schwach; schneller bei magere Kieselerde haltendem Kalke (hydraulischem Kalke), der aber eben darum, weil er zu schnell erhärtet, bei gewöhnlichen Bauten nicht anwendbar ist. J. F. John fand indessen a) in hundertjährigem Mörtel der Petrikirche in Berlin; b) in sechshundertjährigem des Doms zu Brandenburg; c) in sechshundertjährigem aus einem verschütteten Fundament der Petrikirche in Berlin; d) in siebzehnhundertjährigem römischem der unter Aggripina gebauten Stadtmauer zu Cöln; e) in eben so altem römischem eines Thurmes zu Köln:

	a	b	c	d	e
Kohlensäure	6,00	5,00	1,75	9,00	12,00
Kalk	9,75	8,70	9,25	16,00	24,00
Aufgelös'te Kieselerde	1,00	1,25	3,75	0,25	0,25
Kieselsand	80,00	83,75	78,50	68,00	56,00
Wasser	3,25	1,30	6,75	4,00	5,00
Thonerde = Eisen	—	—	—	2,75	2,75

John fand ferner a) in dreihundertjährigem Wassermörtel, b) in altem römischem Wassermörtel, c) in vier Jahre altem Traßmörtel:

	a	b	c
Kohlensäure	0,50	2,25	2,25
Kalk	3,75	6,90 und Thon	32,75
Aufgelös'te Kieselerde . . .	2,00	0,35	8,00
Sand	77,50	89,50	33,00 Traß
Wasser	16,25	1,00	24,00

Seitdem man die Vorgänge bei dem Erhärten des Mörtels erkannt hat, hat man die unnützen Zusätze, als Eisenoxyd, Mangan, Milch, Blut ꝛc. beseitigt und gefunden, daß zur Herstellung eines guten Mörtels nichts weiter nöthig ist als reiner, möglichst von Staub und pflanzlichen Ueberresten freier Kieselsand, vollkommen ätzender (frisch gebrannter) Kalk; vollkommene Vermischung dieser Bestandtheile unter Zugabe von so wenig reinem Wasser als möglich. Man hat ferner als wesentlich erkannt, nicht mehr Kalk zu nehmen, als gerade zur Ausfüllung der Zwischenräume nöthig ist, welche die Sandkörner zwischen sich lassen, da jedes Uebermaß von Kalk die Festigkeit des Mörtels vermindert. Verminderung der Breite der Zwischenräume

vermehrt also auch die Festigkeit des Mörtels. Bei der Zubereitung des Mörtels wird entweder der schon gelöschte Kalk bloß mit dem Sande vermischt oder man löscht den Kalk zugleich unter Zugeben von Sand.

Zu diesem Behuf wird der gebrannte Kalk etwa 3 Fuß hoch aufgeschüttet, eben so hoch mit Sand bedeckt und auf diesen Wasser gegossen. Entstehende Risse werden sogleich zugemacht. So wie der Kalk zerfallen ist, wird er umgeschaufelt und mit Sand vermischt.

In Hinsicht des Verhältnisses von Kalk, Sand und Wasser muß man sich nach der Beschaffenheit des Sandes und nach dem Zweck des Mörtels vorzugsweise richten. Ein bestimmtes Verhältniß läßt sich nicht angeben. Eckiger Sand fordert mehr Kalk als glatter, feiner mehr als grober.

Nach John ist das beste Verhältniß: 1 Maaß dicker Kalkbrei und 3—4 Maaß körniger Zuschlag (Sand oder Ziegelscherben) oder 2 Maaß staubiger Zuschlag (Puzzolane, Traß oder Ziegelmehl).

Andere empfehlen, zu 1 Theil Kalk 3 Theile Sand zu nehmen; oder 1 Theil Kalk, 4 Theile groben Sand und Wasser so wenig als möglich. Um zu finden, wie viel Kalk unentbehrlich ist und im geringsten Fall genommen werden muß, kann man ein Maaß voll Sand füllen und dann sehen, wie viel Wasser dem Maaß nach in die Zwischenräume desselben geht. Beim Gebrauche sollen die Seitenflächen der Ziegel zuvor mit Wasser genetzt sein, damit die porösen Steine dem Mörtel das Wasser nicht zu schnell entziehen und dadurch die Entstehung von kieselsaurem Kalk verhindern.

Nach Vicat erhärtete gewöhnlicher Mörtel am besten bei folgender Mischung:

0,50 bis 1 Theil Kalk,
1 „ Sand,
1 „ Ziegelmehl,

oder ohne Sand:

0,50 bis 1 Theil Kalk,
2 „ Ziegelmehl.

Auch fand er, daß 100 Theile sehr fetter Kalk und 20 Theile Thonerde den besten hydraulischen Mörtel geben; und daß 100 Theile eines mittleren fetten Kalkes nur 10, ja sogar nur 6 Theile Thonerde bedürfen, damit der Mörtel einige hydraulische Eigenschaften erhalte. Vermehrt man dagegen den Zusatz an Thonerde auf 33 bis 40 Theile des Kalkes, so löst sich der Mörtel im Wasser nicht mehr auf, giebt aber pulverisirt und

dann mit Wasser benetzt einen Teig, der sehr schnell unter Wasser erhärtet.

In den Jahren 1819 und 1820 machte der Ingenieur **Beaucourt** bei dem Hafenbau von Toulon im Großen Versuche mit der von Vicat angegebenen Methode, hydraulischen Kalk durch zweimaliges Brennen und Zusetzen der fehlenden Ingredienzien zu erzeugen. Er wählte hierzu einen gewöhnlichen fetten Kalk, den er brannte, an der Luft zerfallen ließ, mit $^1/_6$ seines Volumens Thonerde und Wasser zu einem dicken Teige anrührte, gleichmäßig durchmengte, beliebig in kugelförmige Klumpen formte und dann nochmals brannte. Der Kalk enthielt:

96,5	Theile	Kalk,
2	"	Kieselerde,
1,5	"	Eisenoxyd.
100	Theile	Thonerde.

Die Thonerde, die dem einmal gebrannten Kalke beigemengt wurde, enthielt:

55	Theile	Kieselerde,
38	"	Thonerde,
7	"	Eisenoxyd.
100	Theile	Thonerde.

Der so erhaltene hydraulische Kalk genügte allen Anforderungen. Um also 100 Theile fetten Kalk in hydraulischen zu verwandeln, müssen ihm $^1/_6$ der 100 Theile Thonerde zugesetzt werden; der hydraulische Kalk bestand demnach aus:

96,50	Theilen	Kalk,
11,16	"	Kieselerde,
6,33	"	Thonerde,
2,66	"	Eisenoxyd.
116,65	Theilen	hydraulischen Kalkes.

§. 83.

Dr. **Higgins** ist der Meinung, die Qualität des Mörtels hänge vorzugsweise davon ab, ob der Kalk mehr oder weniger gebrannt ist; ist dieses gehörig geschehen, so muß der Mörtel mit so wenig Wasser als möglich angerührt werden, um nur die erforderliche Consistenz zum Vermauern zu haben. Derselbe beschreibt auch einen von ihm erfundenen Wassercement oder Stuck, der noch fester sein soll, als der Portlandstein;

im Jahre 1779 erhielt er darauf ein Patent. Er verwendete zu diesem Mörtel Trieb-, Stein- oder Grubensand, der aus scharfkantigen Quarzkörnern besteht und keine erdigen, am wenigsten metallische oder überhaupt solche Beimischungen enthält, die vermöge ihrer Schwere beim Waschen desselben mit ihm gleichzeitig zu Boden fallen und mithin nicht geschieden werden können. Der Sand muß in einem Siebe mit klarem Flußwasser gewaschen werden; die Maschen dieses Siebes müssen so klein sein, daß nur Sandkörner, die kleiner als $^1/_{16}$ Zoll sind, durchfallen können; der durchgefallene Sand wird aufgefangen, während der gröbere Rückstand im Siebe fortgeworfen wird. Der aufgefangene Sand wird nochmals gewaschen und durch ein Sieb gesiebt, welches nur den Sandkörnern, die kleiner als $^1/_{30}$ Zoll sind, den Durchgang gestattet. Der in diesem zweiten Siebe zurückbehaltene Sand heißt grober, der durchgefallene feiner Sand; beide Sorten werden jede für sich aufbewahrt und vollkommen getrocknet. Man bedient sich zu diesem Mörtel des Steinkalkes, der mit sehr geringem Brausen in Essigsäure sich auflös't und nur einen unbedeutenden unauflöslichen Rückstand läßt. 14 Pfund dieses Kalkes wird in ein messingenes, feinmaschiges Sieb geschüttet, dieses mit dem darin befindlichen Kalke in ein Gefäß mit reinem Flußwasser getaucht; indem nun der Kalk sich löscht, wird das Sieb hin und her gerüttelt, auf- und niederbewegt und der Kalk noch überdies öfters umgerührt. Hiermit wird so lange fortgefahren, bis kein Kalk mehr durch das Sieb geht; der in demselben zurückbleibende Rückstand wird fortgethan. Dieses Löschen wird so lange fortgesetzt, bis so viel Unzen Kalk in dem Wasser aufgelös't sind, als dasselbe Pfunde wiegt. Dieses Wasser wird so lange verdeckt stehen gelassen, bis der Kalk sich gesetzt hat und das darüber stehende Wasser völlig klar ist; dieses Wasser nun heißt Cementwasser. 56 Pfund des vorhin vollkommen ausgebrannten Kalkes lösche man in einem reinen und verschließbaren Behälter, indem man ihn allmählich mit dem Cementwasser besprengt, so daß er nur zu Staub zerfällt. Der so zerfallene Kalk wird durch das schon erwähnte feine Messingdrahtsieb durchgesiebt und die in demselben zurückbleibenden Unreinigkeiten weggeworfen; der so gereinigte Kalk wird in wohlverschlossenen Gefäßen zum ferneren Gebrauche aufbewahrt. — Man läßt nun weißgebrannte Knochen zu Mehl mahlen und siebt sie durch dasselbe Sieb, welches den feinen Sand gab. — Von den so zubereiteten Materialien nehme man 56 Pfd. groben und 52 Pfd. feinen Sand, mische sie auf einem geebneten, horizontalen Bretterboden

gut durcheinander und breite das Gemenge so aus, daß es eine 6 Zoll hohe Schicht bildet; diesen Sand feuchte man mit dem Cementwasser an und mische successive 15 Pfund des gereinigten Kalkes in kleinen Portionen dazu, indem man alles gut durch einander mengt und häufig umwendet; auf gleiche Art mische man 14 Pfund Knochenmehl hinzu und menge alles sorgfältig durch einander. — Diesen Mörtel nennt Higgins grobsandigen Wassercement, der zu allen Arten von Bauwerken und Putzarbeiten benutzt werden kann. Will man sich desselben bedienen, so müssen die Gegenstände, die er verbinden soll, mit dem Cementwasser angefeuchtet und der Cement oder Mörtel selbst damit verdünnt werden, im Fall er zu steif sein sollte.

Soll der Cement ein feines Korn haben, so nehme man 98 Pfund feinen Sand, befeuchte ihn mit dem Cementwasser, mische 14 Pfund gereinigten Kalk und eben so viel Knochenmehl hinzu. Dieser Mörtel heißt feinsandiger Wassermörtel. Man benutzt ihn zur Herstellung eines ganz feinen Putzes, der wie feinkörniger Sandstein aussieht.

Will man groben, wohlfeilen Cement bereiten, so nimmt man 58 Pfund ordinären, groben, aber gewaschenen Sand, 28 Pfund desselben gesiebten groben und 14 Pfund des feinen Sandes, mengt diese drei Sorten gut durch einander und befeuchtet sie mit dem Cementwasser, thut hierzu noch 14 Pfund gereinigten Kalk und eben so viel Knochenasche und mischt alles gut durch einander.

Will man den Cement von weißer Farbe haben, so nimmt man dazu weißen Sand und recht weiße Knochenasche. — Grauer Sand und graue Knochenasche von halbgebrannten Knochen geben einen grauen Cement; außerdem kann man durch Beimischung von dauerhaften Farbestoffen dem Cement auch jede andere Farbe geben.

Mittelst des oben angegebenen Wassercements kann man auch von Steinbrocken künstliche Quadern machen. — Will man mit diesem Cement unter Wasser bauen, so werden $^2/_3$ der Knochenasche fortgelassen und statt derselben eben so viel pulverisirter Traß genommen. — Um diesen Cement im feinsten Zustande und flüssig als Tünche zu verwenden, so daß man ihn mit dem Pinsel auftragen kann, nimmt man statt des Sandes gepulverten Quarz oder Feuersteine und zwar so viel, daß er 4—6 Gewichtstheile des Kalkes beträgt. — Zum Putze im Innern der Gebäude werden dem Cement Kuh- und Kälberhaare beigemengt, um ihm dadurch mehr Haltbarkeit gegen daß Bestoßen zu geben.

§. 84.

Der englische Baumeister Smeaton bediente sich bei der Erbauung des Leuchtthurms von Eddystone eines Cements aus gleichen Raumestheilen gelöschten Kalkes von Aberdeen und Puzzolane; diese Mischung fand man vorzugsweise an den der See ausgesetzten Theilen des Bauwerkes anwendbar. Für andere Wasserbauten, wo der Cement fortwährend unter Wasser ist, nimmt man

2 Theile gelöschten Kalk von Aberdeen,
1 Theil Puzzolane,
3 Theile reinen, scharfen Sand.

Ueber dem Wasser und im Wasserwechsel bröckelt dieser Cement ab.

Auf der Nordküste von Afrika bedient man sich nach Dr. Schwaw folgenden Cements:

1 Theil Sand,
2 Theile Holzasche,
3 „ Kalk

werden sorgfältig gesiebt, unter einander gemengt und mit etwas Wasser besprengt; hat man die Masse eine Zeit lang gut durchgearbeitet und oft gewendet, so wird etwas Oel hinzu gethan. Das Durcharbeiten wird 3—4 Tage hinter einander wiederholt; um in dem dortigen heißen Klima den Mörtel in erforderlicher Consistenz zu erhalten, muß man demselben während der Bearbeitung Wasser und Oel in genügender Menge zusetzen, und ist der Cement fertig, so wird er ganz auf gewöhnliche Art verarbeitet, da er dann nach kurzer Zeit vollkommen erhärtet.

§. 85.

An Orten, wo der Kalk nur für schweres Geld selten zu haben ist, bedient man sich zum Vermauern der Ziegel und Bruchsteine auch des Lehmmörtels, sowohl in als über der Erde; zu den Mauern der Fundamente, wo Feuchtigkeit zudringen kann, ist es aber nicht rathsam.

Der Lehmmörtel wird theils mit gutem Sande, theils mit Spreu, Häckerling, Flachsschäben und dergleichen bereitet, namentlich aber bei Feuerwerken ist derjenige der beste, den man aus Sand bereitet, da die übrigen Materialien oft nicht nur große Kosten verursachen, sondern auch im Feuer ausbrennen und so eine lockere Masse verursachen. Man verbindet den Lehm mit Gyps und bildet daraus den Sparkalk als Mauer-

speise. Im Uebrigen ist bei der Bereitung des Lehmmörtels dasselbe zu beobachten, was bereits bei den Kalkmörteln erörtert worden ist.

§. 86.

Der Gyps, den das Mineralreich als einen mehr oder weniger durchsichtigen Körper von verschiedener Gestalt und Härte liefert, kommt entweder als Gypserde, faseriger Gyps und gemeiner dichter Gypsstein, oder als spathiger Gyps vor. In der Glühhitze verliert er das in ihm enthaltene Krystallwasser und zerfällt in Pulver, welches man gebrannten Gyps nennt, da im Gegentheil der ungebrannte Gyps roher Gyps genannt wird. Der gebrannte Gyps besitzt als solcher die Eigenschaft, das Wasser begierig zu verschlucken, wenn man ihn mit diesem benetzt, um in Verbindung mit diesem eine weiße steinharte Masse zu bilden.

Auf diese Eigenschaft gründet sich nun die Brauchbarkeit des Gypses zu den Arbeiten in der Baukunst als Mörtel u. s. w. Der Kubikfuß roher ungebrannter Gyps wiegt 66 bis 68 Pfund, ein Kubikfuß gebrannter hingegen 63 bis 64 Pfund.

Der Gyps wird namentlich bei Rohrarbeiten an Decken und Wänden zu Façaden und Gesimsen und allerlei Stuckaturarbeiten gebraucht; ferner zu Fußböden, zum Versetzen der Werkstücke oder zu marmorirter Arbeit; die Putzarbeit wird stets besser und dauerhafter, wenn man den Kalkmörtel mit Gyps vermengt, dadurch wird auch die Arbeit sehr beschleunigt, weil der Gyps unmittelbar nach der Vermengung mit Kalk schnell verwendet werden muß und auch die Arbeit schneller anzieht, d. h. schneller erhärtet, wodurch der Verwurf früher übergangen werden kann.

Der Gyps ist in kaltem und siedendem Wasser fast gleich löslich, indem in 461,5385 Theilen Wasser nur 1 Theil Gyps sich auflöst. Vom Alkohol wird er nicht aufgelöst. Im Tiegel erhitzt, verliert er mit Prasseln sein Krystallwasser und zerfällt zu einem Pulver, wobei er 21 Procent am Gewicht verliert. Wird er weit über die Temperatur hinaus, bei der sein Krystallwasser ausgetrieben wurde, erhitzt, so verliert er seine Verwandtschaft zum Wasser, die man ihm dann durch keine Kunst wieder geben kann. Es ist daher beim Brennen des Gypses mehr Vorsicht nöthig als beim Brennen des Kalkes; denn bei diesem kann der Hitzegrad nicht leicht zu weit getrieben werden; der Gyps dagegen verliert sogleich an Güte, wenn er etwas mehr erhitzt wird, als zur Austreibung seines

Krystallwassers nöthig ist. Glühen darf er gar nicht. Seine Gahre erhält er am besten, wenn er fast bis zum Rothglühen erhitzt wird. Nach Watson's Anleitung wird daher in England der Gyps des Nachts gebrannt, um den Grad des Glühens besser beobachten zu können. Nicht hinlänglich gebrannter Gyps bindet sehr langsam, wird aber, wenn er nachher bindet, ungemein hart. Damit das Brennen des Gypses recht regelmäßig geschehe, wird er vor dem Brande seiner Qualität nach sortirt, dann in möglichst gleichmäßige Stücke zerkleinert und von allen fremdartigen Theilen gereinigt.

Das Brennen des Gypses geschieht in Gruben, Meilern und Oefen, und im Kleinen in Kesseln oder blechernen Bratröhren. In den schwäbischen Gegenden hat man dazu besonders eingerichtete Gypsöfen, die aus einem Feuerraume und aus einer eisernen Platte, die etwa 3 Fuß breit und 7 bis 8 Fuß lang ist, besteht. Diese Platte liegt unmittelbar auf dem Feuerraume und erhält oben eine etwa $^1/_2$ Fuß hohe Einfassung von Mauersteinen, die auf einer Seite mit einer Oeffnung, welche mit einem Schieber geschlossen werden kann, versehen ist. Diese Platte bringt man zur Glühhitze und bringt sodann auf dieselbe eine 4 Zoll hohe Lage fein gepochten Gypses, der mit einer Krücke durchgearbeitet wird und so lange auf derselben liegen bleibt, bis er gleich siedendem Wasser zu kochen anfängt. Ist er im Kochen, so arbeitet man denselben gut untereinander, bis er wieder ruhig wird, und läßt ihn ruhig liegen, bis er zum zweiten Male in's Kochen kommt, worauf man den Schieber öffnet und ihn mit der Krücke von dem Ofen abzieht und erkalten läßt. Frisch gebrannter Gyps soll sich zwischen den Fingern fettig anfühlen und nicht sandig erscheinen, und muß gleich nach dem Anmachen mit Wasser erhärten oder so zu sagen anziehen.

Alter, schon gebrauchter Gyps kann wieder gemahlen und gebrannt werden; er bindet dann zwar langsamer als nach dem ersten Brande, wird aber ungemein fest und verliert die dem Gypse eigenthümliche Sanftheit, die ihn bei seiner großen Festigkeit dennoch zur Bearbeitung mit eisernen Instrumenten geschickt macht.

Schon längere Zeit verarbeiteter Gyps erhält, wenn er auch mit keinem fremden Zusatz vermengt war, nach einer zweimaligen Bearbeitung eine solche Festigkeit, daß er kaum mit dem Meißel bearbeitet werden kann.

Alter verlegener Gyps, nämlich solcher, der durch langes Aufbewahren untauglich geworden ist, aber noch nicht mit Wasser zu Mörtel

gemacht worden war, erhält nach einem zweimaligen Brennen seine erste Güte wieder.

Sobald der Gyps gebrannt ist, muß er pulverisirt werden, welches entweder durch Stampfen oder Mahlen, oder auch durch Quetschen mit Walzen geschieht, wonach er gebeutelt oder gesiebt wird. Durch diese feine Zertheilung wird beim Gebrauch eine innige Verbindung des Wassers bewirkt. Kann der gemahlene Gyps nicht sogleich verarbeitet, sondern soll er vielmehr weit transportirt werden, so muß dieses in fest verschlossenen Fässern geschehen, und er muß an Orten aufbewahrt werden, die weder der Feuchtigkeit noch dem Sonnenlichte ausgesetzt sind, indem er sonst Feuchtigkeit einsaugt.

Beim Bauwesen wird der Gyps für sich allein, oder mit Sand oder mit Kalkmörtel angewendet; der Sand muß übrigens rein und frei von Thon sein; eisenhaltiger Sand begünstigt das Bindungsvermögen des Gypses. Die Wassermenge, womit er angemacht wird, ist verschieden und richtet sich nach der zu fertigenden Arbeit; fordert dieselbe seine ganze Bindungskraft, so nimmt man nur so viel Wasser, daß er gleich verarbeitet werden kann; die Maurer nennen dies dick anmachen; nimmt man aber mehr Wasser, so heißt er dünn angemacht; in diesem Falle braucht er nicht so schnell verarbeitet zu werden als der vorige. Man kann sich übrigens des Gypses als Mörtel nur an solchen Mauern bedienen, die gegen Feuchtigkeit jeder Art vollkommen geschützt und auch der feuchten Luft nicht ausgesetzt sind. Er haftet auf Steinen und Holz mit gleicher Festigkeit und nimmt beim Erhärten an Volumen zu. Um die Erhärtung des Gypses zu verzögern, wird er mit Leimwasser angerührt, das um so stärker sein muß, je langsamer jenes geschehen soll; will man aber die Erhärtung beschleunigen, so werden zu 1 Pfund Gyps 2 Loth Alaun und 2 Loth Salmiak gemischt. Zum Anrühren muß man weiches Wasser nehmen, welches unter beständigem Umrühren dem Gypse zugegossen wird. Nachdem das erforderliche Wasser zugegossen ist, wird mit dem Umrühren noch einige Zeit fortgefahren, um auch die vollkommene Vereinigung mit dem Kalke zu bewirken.

Von den Kitten.

§. 87.

Unter Kitt versteht man Körper, welche, in flüssigem oder teigartigem Zustande zwischen die Flächen von Körpern gebracht, dieselben nach dem

Erhärten mit einander verbinden. In Hinsicht auf ihre Beschaffenheit kann man sie unterscheiden:

a) in flüssige Kitte, welche in Wasser, Weingeist oder einer andern Flüssigkeit gelös't oder mit ihr gemischt aufgetragen werden und erhärten, so wie die Feuchtigkeit verdunstet;

b) in Schmelzkitte, welche durch Wärme flüssig gemacht werden und die Vereinigung bewirken, indem sie beim Erkalten wieder erstarren.

Zu a) gehören das Eiweiß, der Leim, der Kleber, der Kleister, die Oblaten, das Gummi, der Mörtel, der Gyps.

Zu b) gehören die Harze, der Schwefel, das Wachs, der Talg, Siegellack und die unter dem Namen Löthe zur Verbindung verschiedener Metalle gebräuchlichen Metallmischungen.

In Hinsicht der Anwendungsart der Kitte ist zu bemerken, daß dieselben um so besser binden, in je feiner vertheiltem Zustande sie sich befinden, und daß Flächen fester Körper um so fester an einander haften, je vollkommener sie sich berühren. Demnach muß man die erdigen Mischungstheile der Kitte fein zerreiben, die Kittschicht möglichst dünn auftragen und die zu kittenden Flächen an einander pressen und so lange im gepreßten Zustande erhalten, bis der Kitt erhärtet ist.

Gebrannter Kalk geht mit zerronnenem Eiweiß eine innige Verbindung ein, die als Kitt gebraucht werden kann. Statt des Eiweißes kann man sich aber auch des Käsestoffes bedienen, den man aus der Milch leicht dadurch gewinnt, daß man sie in einer Wärme von 16 Grad Réaumur ruhig stehen läßt, da sie dann aus der Luft Sauerstoff anzieht und den Käsestoff abscheidet, den man dann von den Molken trennt. Der Käsestoff enthält dieselben einfachen Stoffe wie das Eiweiß, nämlich: Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, aber in etwas verschiedenem Verhältnisse.

Um nun mit dem Käsestoff den sogenannten Käsekitt zu bereiten, nehme man 1 Gewichtstheil Mehlkalk, d. h. an der Luft gelöschten Kalk, 4 Theile frische gut ausgepreßte Käsemasse und reibe beides sorgfältig zusammen: so verbinden sie sich bald zu einer in Wasser unlöslichen Masse, die aber Risse enthält; setzt man jedoch dem Gemenge etwas reinen Sand zu, so wird das Aufreißen verhindert. Dieser Kitt widersteht dem Feuer selbst bei 80° Réaumur.

Will man einen feinen Kitt dieser Art bereiten, so reibe man 8 Theile frischen gut ausgepreßten Käsestoff, 4 Theile sehr reinen gebrannten Kalk, wozu man Kalkspath oder Austerschalen verwenden kann, und 3 Theile pulverisirten Quarz fein und klar zusammen. Hierauf kann der Kitt verarbeitet werden, der nach 12 bis 18 Stunden erhärtet. Man kann sich dieses Kittes bedienen zum Verstreichen der Fugen in allen Arten von Mauerwerk, die im Freien, im Wasserwechsel, in kaltem oder heißem Wasser sich befinden; zum Verkitten des Glases und Porzellans; zur Bedeckung des Holzes, wodurch es gegen Wasser und Feuer geschützt wird, wie auch zum Abputzen der Häuser. — Zum Bekleiden des Holzes und zum Abputzen der Wände muß dieser Kitt mit $1/2$ Theil Wasser verdünnt werden. Zu gröberen Gegenständen kann man 8 Theile Käsemasse, 4 Theile Mehlkalk, 6 Theile feinen gewaschenen Sand innig mit einander vermischen.

Zum Verstreichen der Fugen eines Mauerwerkes, welches bald im Wasser, bald im Trocknen ist, dient folgender Kitt:

1)	$5\,1/4$	Pfund	an der Luft gelöschter Kalk,
	$2\,1/2$	„	fein gesiebtes Ziegelmehl,
	$1/4$	„	pulverisirtes Glas,
	2	„	Leinöl,
	10	Pfund.	

Oder:

2)	1	Pfund	ungelöschter Kalk,
	$5\,1/2$	„	Ziegel- oder Chamottemehl,
	6	„	Silberglätte,
	1	„	Hammerschlag,
	$1\,1/2$	„	guter Firniß,
	15	Pfund.	

3) Herr von Wiebeking bediente sich in diesem Falle folgenden Kittes:

1	Kubikfuß	frisch gelöschter Kalk,
1	„	Ziegelmehl,
1	„	reiner Sand,
$1/2$	„	Glasmehl,
$1/2$	„	Schmiedeschlacken,
$1/2$	„	Kalkmehl,
$4\,1/2$	Kubikzoll.	

4) **Thenard** empfiehlt:

93 Theile Ziegelmehl,
7 „ pulverisirte Bleiglätte.

Wenn das Mauerwerk beständig unter Wasser bleibt, ist zu empfehlen:

5)	5	Pfund	an Luft gelöschter Kalk,
	$2^1/_2$	„	feines Ziegelmehl,
	$^1/_2$	„	Pfund Hammerschlag,
	$^1/_4$	„	pulverisirtes Glas,
	2	„	Leinöl,
	$10^1/_4$	Pfund.	

6) **Belidor** bediente sich beim Bau der großen Schleuße nächst Cherbourg zum Verstreichen der Fugen folgenden Kittes:

1	Theil	Ziegelmehl,
1	„	Glasgalle,
1	„	Eisenspäne,
3	„	Kalk,
6	Theile.	

7) Herr von **Wiebeking** wendete bei seinen Brückenbauten folgenden Steinkitt an:

2	Pfund	gekochtes Oel,
3	„	Ziegelmehl,
1	„	Kalkmehl,
1	„	Glasmehl mit zerstoßenen Töpferscherben vermengt,
3	„	Schmiedeschlacken,
1	„	Kälberhaare,
11	Pfund.	

Die unter 3) 4) 6) 7) aufgeführten Kitte werden mit so viel Leinöl angerührt, bis die Masse eine genügende Steifigkeit erlangt hat.

Kalk und Ziegelmehl zu diesen Kitten müssen vollkommen trocken und die übrigen Materialien sorgfältig pulverisirt sein. Von dem vor dem Gebrauch gekochten Oele nimmt man erst nur so viel, daß die Masse beim Stampfen nicht stäubt.

Unter allmählichem Zusetzen des Oeles wird die Masse so lange gestoßen, bis ein heißer Brei entsteht, wozu gewöhnlich $^3/_4$ des angegebenen Oeles verwendet werden; das letzte Viertel wird erst beigegeben, wenn die ganze Masse in einen Klumpen geballt ist, wonach sich dann alles in einen

Ballen vereinigt. Die Masse wird nun aus dem Mörser genommen, auf eine Steinplatte gelegt und mit einer eisernen, gegen 20 Pfund schweren Keule oder einer Brechstange 7 bis 8 Stunden lang unter fortwährendem Umwenden geschlagen. Es muß nicht mehr im voraus gemacht werden, als man in zwei höchstens drei Tagen zu gebrauchen denkt; sollte man genöthigt sein den Kitt längere Zeit aufzubewahren, so muß er in feuchtes Papier eingeschlagen und an einem feuchten Orte aufbewahrt werden, damit er keine Rinde bekomme.

Beim Verkitten müssen die Steinfugen vollkommen trocken sein und vor dem Einstreichen des Kittes mit Oel bestrichen werden. Entstehen einige Tage nachher kleine Risse, so müssen diese abermals mit Oel bestrichen und zugedrückt werden. Nach Verlauf von 8 Tagen pflegen diese Kitte vollkommen Steinhärte anzunehmen.

§. 88.

Die Steinmetze bedienen sich gewöhnlich folgenden Kittes:

8 Theile feingepulverte Silberglätte oder Mennige,
4 „ Ziegel- oder Chamottemehl

werden mit Leinölfirniß gut zusammengearbeitet; bevor nun dieser Kitt in die Fugen gestrichen wird, müssen sie vorher 2 bis 3 Mal mit heißem Leinölfirniß getränkt werden.

Bei Sandsteinverkittungen bedienen sich die Steinmetze zuweilen des Bolus mit etwas zerstoßenem Glase, welches sie mit Firniß und weißem Thran zusammenarbeiten. Hat man die Sandsteinfugen zwei Mal mit heißem Firniß getränkt, dann diesen Kitt hineingestrichen und nachmals zwei Mal mit guter Oelfarbe bestrichen, so widersteht er Frost und Hitze.

Ist von irgend einem Steine ein Stück abgestoßen, so nimmt man zum Wiederankitten folgende Mischung: von dem zu kittenden Steine mischt man Steinpulver mit ungelöschtem Kalk und Eiweiß und kittet die Stücke damit zusammen.

Die Bildhauer bedienen sich in diesem Falle folgenden Kittes: $1^1/_2$ Loth Mastix und 1 Quentchen Bleiweiß werden zu einem zarten Pulver gestoßen und über Feuer mit 1 Loth Wachs zusammengeschmolzen.

Zum Kitten von Stein, Porzellan u. s. w. wie auch als Ueberzug über Gegenstände aller Art, um sie gegen das Eindringen des Wassers zu schützen, mische man 93 Theile feinstes Ziegelmehl mit 7 Theilen

feingemahlner Bleiglätte und rühre sie mit Leinöl zu einem zähen Teige an. Vor dem Auftragen ist die Bruchstelle mit einem nassen Schwamme anzufeuchten, weil sonst das Oel in die Körper eindringt und der Kitt nicht erhärtet. Nach Verlauf von 3 bis 4 Tagen ist der Kitt steinhart, so daß er Eisen ritzt und außerordentliche Bindekraft besitzt.

Eisen mit Steinen zu verkitten kann man sich vortheilhaft folgender Kitte bedienen:

1 Theil hydraulischer Kalk in Pulverform,
$1\frac{1}{2}$ „ Ziegel- oder Chamottemehl,
$\frac{1}{2}$ „ Eisenfeilspäne,
3 Theile.

Oder:

1 Theil ungelöschter pulverisirter Kalk,
2 „ Traß oder Puzzolane,
$\frac{1}{2}$ „ Eisenfeilspäne,
$3\frac{1}{2}$ Theile.

Diese Substanzen werden mit Wasser zu einem steifen Brei eingerührt, die Löcher damit gefüllt und das Eisen hineingesteckt; durch die Oxydation des Eisens verbindet sich dasselbe mit der Gesammtmasse auf's innigste; die Löcher in den Steinen müssen unten weiter als oben sein.

Kitt für steinerne Wasserröhren. 4 Theile an der Luft zerfallener Kalk, 20 Theile Hammerschlag, 13 Theile Thonscherben, 13 Backsteine (alles feingestoßen) werden $1-1\frac{1}{2}$ Stunden durch Stoßen unter Zugeben von 8 Theilen Leinölfirniß vereinigt, bis die Masse sich mit dem Finger kneten und drücken läßt. Beim Gebrauch werden die zu kittenden Röhren erwärmt, vorher zwei Mal mit ganz heißem Leinölfirniß bestrichen; der erste Anstrich muß eingezogen und vertrocknet sein, bevor der zweite Anstrich folgt. Bald nach dem zweiten Bestreichen wird der Kitt kalt aufgetragen und fest eingedrückt. Nach 6 bis 8 Wochen ist der Kitt erhärtet, doch kann man die Röhren gleich überschütten.

Kitte für Porzellan und Glas. Bleiweiß (oder Mennige oder Bleiglätte) wird fein gerieben mit Leinölfirniß angemacht. Die zu kittenden Ränder werden erwärmt, dann mit dem Kitt bestrichen und aufeinander gedrückt. Dieser Kitt widersteht siedendem Wasser, bedarf aber mehrere Wochen, ehe er ganz erhärtet. Besser ist es jedoch, um das giftige Blei in Wegfall zu bringen, feingemahlne Kreide mit Bernsteinfirniß, Copal- oder Damarfirniß zu nehmen.

Mit Vortheil ist in diesem Falle auch Gill's Universalkitt zu verwenden. Frisch gebrannter Kalk wird, fein gerieben, mit abgeschlagenem Eiweiß oder Rindsblut, oder geronnener Milch angemacht. Er erhärtet in 12 bis 24 Stunden. Will man solchen Kitt in trockner Gestalt aufbewahren, so macht man ihn aus 9 Theilen Käsestoff, 1 Theil gebranntem oder gestoßenem Kalk und etwas Kupfer. Das Pulver wird in verkorkten Gläsern aufbewahrt und beim Gebrauch mit Wasser angemacht.

Glas auf Glas oder Stahl auf Glas zu befestigen, giebt Berzelius in seiner Chemie folgenden Kitt an: 5 oder 6 erbsengroße Stücke Mastix werden in der möglichst geringen Menge Alkohol aufgelös't und diese Auflösung mit 4 Loth einer starken Hausenblasenlösung (erweichte Hausenblase bis zur Sättigung in kochendem Branntwein oder Rum aufgelös't) vermischt, in die man zuvor 2 oder 3 kleine Stücke Gummi Galbanum oder Gummi ammoniacum durch Reiben gemengt hat. Das Gemisch wird in einer gut verkorkten Flasche aufbewahrt und beim Gebrauche gelinde erwärmt.

Pariser Fensterkitt zu bereiten läßt man 7 Pfund Leinöl und 4 Pfund pulverisirten Ambra stark mit einander kochen und thut, so lange es noch heiß ist, 2 Unzen gelbes Wachs dazu; unter die noch warme Mischung knetet man dann $5^1/_2$ Pfund gemahlene Kreide und 11 Pfund Bleiweiß.

Irdene Geschirre zu kitten nehme man 12 Theile feines Ziegel- oder Chamottemehl und 1 Theil Silberglätte und knete dieses mit Leinölfirniß zu einem Teige.

Kitte für eiserne Oefen. Man nehme 1 Theil Eisenfeile, 1 Theil Glas, 1 Theil gebrannten Kalk mit Rindsblut angemacht. Diese Mischung erhärtet bald und muß daher schnell aufgetragen werden. Statt Rindsblut kann man auch gleiche Theile Rindsblut und Eiweiß nehmen und erhält dann einen sehr guten Kitt, der besonders gut ist für gesprungene eiserne Platten. Statt Blut kann man auch Eiweiß nehmen und das Glaspulver weglassen. Blut und Kalk giebt einen guten Kitt zum Ueberstreichen der Nieten und Nägel in kupfernen Siedekesseln.

Oder:

1 Theil gesiebte Holzasche, 1 Theil gesiebtes Lehmpulver, mit Salz und Wasser zu Teig gemacht, wird, wenn der Ofen

nicht mehr heiß ist, aufgetragen und wird mit der Zeit außerordentlich hart.

Kitt für hölzerne Wassergefäße von Dorn. 8 Loth Leim werden mit 1/4 Maß Wasser zu einem starken Leim gekocht, der sich zwischen den Fingern wie Fett anfühlen läßt. Bei dieser Consistenz werden ihm 4 1/2 Loth Leinölfirniß zugesetzt und das Ganze unter beständigem Umrühren 2 bis 3 Minuten lang gekocht. Mit diesem noch heißen Kitte werden die Fugen der Faßdauben bestrichen. Bei Kufen oder Fässern wird eine Daube nach der andern in Reifen aufgesetzt und die bestrichenen Fugen an einander gedrückt. Hat man die Dauben alle möglichst schnell aufgesetzt, so werden 4 Reife so schnell als möglich angelegt, angetrieben und so die Fugen fest zusammengehalten. Nach 24 Stunden werden die Reife wieder etwas losgeschlagen und die Gurgel, in welche der Boden gefaßt werden soll, noch ehe dieser eingelegt wird, mit dem Kitt gut bestrichen, der Boden wieder in seine Lage gebracht und die Reife wieder stark angetrieben. Nach 48 Stunden werden die Reife wieder losgeschlagen, das Gefäß von außen verputzt und neue Reife, zwei oben und zwei unten (statt sieben Reifen) angelegt, und somit ist das Gefäß fertig. Besser ist es jedoch, wenn, bevor der Boden eingelegt wird, die Dauben innen verputzt werden, weil der Boden beim Verputzen hinderlich ist. Bei getäfelten Zimmerböden u. s. w. werden die mit dem Kitt bestrichenen Fugen mit sogenannten Leimzangen zusammengepreßt. — Ein Haupterforderniß ist, daß alle Gegenstände, die mit obigem Kitt wasserdicht gemacht werden sollen, aus vollkommen ausgetrocknetem Holze angefertigt und vor Anwendung des Kittes wenigstens acht Tage lang in einem geheizten Zimmer erwärmt worden sind.

Aufgerissenes Holz zu verkitten vermenge man 4 Theile Theer mit 4 1/2 Theilen gesiebter Holzasche und eben so viel Knochen-, Ziegel- oder Chamottemehl und arbeite es zu einer gleichmäßigen Masse.

Auch geben 16 Theile gebrannter Gyps, mit 16 Theilen Colofonium und ein Theil Wachs zusammengemischt, bis das Ganze eine gleichmäßige Masse bildet, einen guten Holzkitt.

Zur Bereitung eines halbdurchsichtigen unauflöslichen Kittes koche man Kartoffelmehl, mit etwas Kalk versetzt, in Wasser.

Von den Nebenmaterialien.

§. 89.

Von dem Eisen.

Eisen ist das nützlichste und unentbehrlichste aller Metalle. Es ist in der ganzen Natur verbreitet, kommt aber doch nirgends ganz gediegen vor. Das volkommen reine Eisen, welches nur durch Kunst hergestellt werden kann, erscheint als ein schwarzgraues feines Pulver, welches sich, nachdem es aus dem Zubereitungs-Apparate geschüttet worden, von selbst entzündet und in Oxyd verwandelt. Diejenigen Mineralien, die so viel Eisen enthalten, daß es mit Vortheil daraus gewonnen werden kann, heißen Eisenerze; sowohl diese selbst als auch das aus ihnen bereitete Eisen sind von sehr verschiedener Güte.

Nachdem die Erze mit den Händen sortirt, bei lansamem Feuer geröstet und nach dem Rösten auf Pochwerken zerkleint oder zerpocht sind, werden sie der Gattirung übergeben. Bei der Gattirung werden nämlich verschiedene Sorten Erz so mit einander und mit dem Zuschlage, der aus Kalksteinen besteht, versetzt, daß die mit dem Eisen vereinigten fremdartigen Bestandtheile bei dem gehörigen Hitzegrade sich davon trennen, eine flüssige Masse, die Schlacke, bilden und so dem Eisen gestatten, für sich allein ebenfalls zu schmelzen und zusammenzufließen. Ein Gemenge von Erz und Zuschlag wird die Beschickung des Ofens genannt.

Die Beschickung wird schichtweise in einen Hohofen eingepackt, in welchem bei einer Temperatur von 250° Réaum. das Guß- oder Roheisen erzeugt wird, welches nach der Form der Rinnen, in die es gegossen wurde, Flossen, Gänze, Masseln heißt und ein Gemenge reducirter Stoffe ist, deren Hauptmasse ein mit Kohlenstoff verbundenes Eisen ist.

Das Roheisen wird zu Gußwaaren benutzt, deren Fabrikation in der neuern Zeit sehr vervollkommnet worden ist. Bei der Construction von Maschinen ist es von großer Wichtigkeit, indem die meisten und größten Theile derselben daraus gefertigt werden. Das Roheisen enthält 3—5,3 pCt. Kohlenstoff und ist härter und leichter schmelzbar als das Schmiedeeisen, hat eine dunkelgraue, hellgraue oder grauweiße Farbe, ein körniges oder blättrig-strahliges Gefüge, ist wenig dehnbar und 7—7,5 Mal schwerer als destillirtes Wasser und wird in Rothglühhitze so weich, daß es sich zersägen läßt. Hauptgattungen desselben sind das weiße

und graue, die sehr wesentlich von einander verschieden sind; zwischen beiden giebt es aber noch Mittelgattungen, von denen die vornehmsten folgende sind:

Das weiße Roheisen von heller, fast silberweißer Farbe hat starken Glanz, strahligen Bruch mit spiegelnden Flächen und heißt daher, wenn es diese Eigenschaften in vorzüglichem Grade hat, Spiegeleisen, Spiegelflosse. Die Härte dieses Eisens ist so groß, daß es in Glas schneidet und von der besten englischen Feile nicht angegriffen wird; die Härte des Spiegeleisens übertrifft die des härtesten Stahles.

Das blumige Roheisen hat ein feinstrahliges Gefüge und eine bläuliche oder bläulichgraue Farbe.

Das weißgahre Eisen ist eine Mittelsorte zwischen den beiden vorigen.

Das grelle Eisen hat eine mehr in's Graue fallende Farbe, auf der Bruchfläche kein deutliches Gefüge, sondern vielmehr Poren und kleine Höhlungen.

Das luckige Roheisen, Weichflossen, ist bläulichweiß, mit feinzackigem porösem Bruch und nähert sich seinen Eigenschaften nach dem Stahle.

Das graue Roheisen hat eine Farbe vom Grauschwarzen bis in's Hellgraue, ein Gefüge vom Grobkörnigen bis zum Dichten. Je dunkler seine Farbe ist, desto gröber ist sein Korn und desto stärker sein Glanz.

Streifiges oder halbirtes Roheisen erhält man durch Zusammenschmelzen von grauem und weißem Roheisen, wodurch die Masse bald in Lagen, bald in zerstreuten Theilen mit einander verbunden erscheint.

§. 90.

Um Gußeisen geschmeidig zu machen, d. h. es in Stab- oder Schmiedeeisen zu verwandeln, müssen die Kohlen und alle fremdartigen Metallstoffe, die es enthält, daraus entfernt werden. Dieses geschieht entweder in Essenfeuern oder in besonders dazu eingerichteten Oefen. In beiden Fällen wird es unter einer Bedeckung von Kohlen und Frischschlacke, während die Luft aus den Blasebälgen auf seine Oberfläche wirkt, umgeschmolzen. Die Frischschlacke ist ein basisch kieselsaures Eisenoxydul, welches während des Frischens dadurch sich bildet, daß die in der Asche der verbrannten Kohle befindliche Kieselerde sich mit dem während dieser Operation erzeugten Eisenoxydul zu einem leichtflüssigen Silicat verbindet.

Zur Erleichterung des Frisch-Processes pflegt man bisweilen Gar- oder Frischschlacke, wie auch Hammerschlag zuzusetzen, wobei zugleich das in beiden noch enthaltene Eisen gewonnen wird. Das Eisen oxydirt sich mit der Kohle zugleich und bildet Schlacke; wird nun die Masse umgerührt, so vermengt sich diese Schlacke mit dem flüssigen Eisen. Hat nun die Masse eine gewisse Temperatur erreicht, so wird die Kohle auf Kosten des in der mechanisch eingemischten Schlacke befindlichen Sauerstoffs in Kohlenoxydgas verwandelt und die geschmolzene Masse geräth gleichsam in's Kochen, wobei die aufsteigenden Blasen an der Oberfläche des Eisens verbrennen und dieses dadurch mit leuchtenden Flammen bedeckt wird. Hierbei wird die flüssige Eisenmasse breiartig und erstarrt endlich, wenn der größte Theil der Kohle verbrannt ist und das Eisen allein zurückbleibt. Dieses Verfahren heißt das Frischen und das auf diese Art zubereitete Eisen gefrischtes Eisen.

Das Wesentliche des Frischens besteht demnach darin, das Roheisen durch die Gluth der brennenden Kohlen vor dem Gebläse einzuschmelzen, den Kohlenstoff, die fremden Metalle und nicht metallischen Substanzen und das durch die Gebläseluft oxydirte Eisen durch die glühenden Kohlen wieder zu reduciren. Bei der steten Berührung des Eisens mit den Kohlen in der Glühhitze muß jedoch das erstere immer wieder Kohlenstoff aufnehmen und es ist sonach unmöglich, durch das Frischen im Kohlenfeuer das Eisen vollkommen zu entkohlen. Bedient man sich hingegen zum Frischen dazu eingerichteter Flammenöfen, in denen das Eisen genügend erhitzt wird, mit den Kohlen aber in keine unmittelbare Berührung kommt, so wird der Kohlenstoff desselben in Gasform entweichen, wenn man ihm durch einen gehörig angebrachten und regulirten Luftzug Gelegenheit giebt, sich mit dem Sauerstoff zu verbinden. Der Sauerstoff, der so mittelst des Luftzuges dem geschmolzenen Eisen zugeführt wird, ist aber zur Oxydation der dem Eisen beigemengten fremden Metalle nicht genügend. Auf diesem Wege eignet sich zum Verfrischen am besten nur das weiße Roheisen, welches bei starker Glüh- und Schmelzhitze, bei schwachem Luftzutritt mit einem geringen Eisenverluste sich völlig in Stabeisen umändern läßt. Diejenige Sorte des weißen Roheisens, die wenig Kohlenstoff enthält, bleibt lange in einem Mittelzustande zwischen dem Starren und Flüssigen, kann leicht bei mäßiger Hitze und Luftzutritt entkohlt werden, bedarf keiner gahrenden (oxydirenden) Zuschläge und verschlackt sich nicht; ein solches Roheisen giebt also auch ein reineres und besseres Stabeisen. Kann man

ein solches Roheisen aus den Hohöfen nicht erhalten, so muß man das aus gutartigen Erzen bei leichtflüssiger Beschickung erblasene graue und halbirte Roheisen durch Umschmelzen in Feineisenfeuern zu weißem umwandeln und so zum Verfrischen vorbereiten. Das gewonnene Feineisen wird dann in eigends dazu construirte Flammöfen gebracht, um in Stabeisen verwandelt zu werden. In England wird das bei der Zubereitung des Stabeisens erforderliche Verfahren Puddeln und die dazu erforderlichen Oefen Puddelöfen genannt.

Der Eisenwerks-Director H. Fried. Bolling bemerkt über die Behandlung des gepuddelten und gewalzten Eisens in den Essenfeuern der Groß- und Kleinschmiede Folgendes:

Dieses Eisen ist viel weicher und sehniger als das bei der gewöhnlichen Herdfrischerei erzeugte, daher muß es vorsichtiger behandelt werden als ein im Herde gefrischtes Eisen. Vielfältige Proben haben dargethan, daß gepuddeltes und gewalztes Eisen bei seiner weiteren Verarbeitung keinen so hohen Hitzegrad verträgt als das bei der Herdfrischerei erzeugte. Wollte man also ein solches Eisen bei derselben Hitze schweißen, die bei dem gefrischten und gehämmerten Eisen angewendet werden muß, so würde es verbrennen, wodurch es bei der weiteren Verarbeitung die Schweißbarkeit einbüßt und unganz wird. Man glaubt dann irrthümlich, daß es rothbrüchig sei; denn ein rothbrüchiges Eisen erfordert zu seiner weiteren Verarbeitung einen höheren Hitzegrad als ein von diesem Fehler freies oder kaltbrüchiges.

§. 91.

Um Eisen von größerer Gleichförmigkeit zu erhalten, benutzt man seine Eigenschaft, daß Stücke Schmiedeeisen in der Weißglühhitze und durch Hämmern völlig mit einander vereinigt werden können; man nennt dieses das Schweißen. Es geschieht dieses, indem man die geglühten Enden des Eisens, die zusammengeschweißt werden sollen, mit feinem Sande bestreut, da denn der Sand mit dem von der Oberfläche gebildete oxydulirten Eisen zusammenschmilzt und eine Glasmasse bildet, die das Eisen überzieht und vor fernerer Oxydation schützt. Werden die Enden zusammengelegt und gehämmert, so wird das Glas fortgepreßt und so kommen die metallischen Oberflächen in unmittelbare Berührung und haften an einander.

Schweißt man so mehrere Sorten Eisen zusammen und arbeitet sie in starker Glühhitze mehrfach zusammen, indem man das zusammenge-

schweißte Eisen zu einer Stange ausreckt, diese mehrmals zusammenbiegt, zusammenschweißt, abermals zu einer Stange ausreckt u. s. w., so erhält man am Ende ein hinlänglich gleichartiges Eisen, bei dem jedoch vieles Eisen durch Schlacken verloren geht.

Auf welche Art nun auch das Eisen gewonnen werden mag, so erlangt man es doch nie in vollkommener Reinheit; immer behält es noch irgend eine Beimischung. Eine geringe Beimischung von Kohlenstoff und Mangan ist dem Eisen nicht weiter nachtheilig; enthält das Eisen aber auch nur eine kaum merkbare Spur, etwa **0,0001** pCt. Schwefel, Arsenik oder Kupfer, so zerfällt es beim Rothglühen unter dem Hammer in Stücke; ein solches Eisen heißt dann rothbrüchig, welches sich jedoch in der Weißglühhitze noch wohl verarbeiten läßt. Enthält das Eisen Phosphor, so kann es zwar in der Glühhitze bearbeitet werden, soll es aber nach der Abkühlung gebogen werden, so springt es und wird daher kaltbrüchig genannt; enthält das Eisen Silicium oder viel eingesprengte Schlacke, so bleibt es in allen Temperaturen mürbe und von geringer Festigkeit und heißt dann faulbrüchig. Enthält endlich das Eisen Calcium, so verliert es seine Schweißbarkeit und heißt dann haderig. Gutes zähes Schmiedeeisen zeigt im Bruche ein zackiges Gefüge; durch fortgesetztes Strecken wird seine Textur adrig und seine Tragkraft gesteigert. Eisen von körniger oder blättriger Bruchfläche ist stets brüchig; ist an einigen Stellen der Zusammenhang durch eingesprengte Schlackentheile unterbrochen, so heißt es unganz; die in Folge unganzer Stellen sich ablösenden Splitter heißen Schiefer.

Gutes Eisen besitzt entweder eine helle Farbe mit schwarzem Glanze, oder eine mehr graue Farbe mit starkem Glanze; findet die entgegengesetzte Verbindung von Farbe und Glanz statt, so ist es entweder mürbe oder spröde. Schnelles Abkühlen des Schmiedeeisens nach dem Glühen vermehrt ein wenig die Härte; hartes Eisen aber wird durch Rothglühen und langsames Abkühlen etwas weicher, durch anhaltendes oder häufiges Glühen bei Luftzutritt, wie dieses in den gewöhnlichen Schmiedeessen der Fall ist, wird es mürbe und verliert an Zähheit; man nennt es dann überwärmt oder verbrannt und ist an der bläulichen Farbe mit starkem Glanze erkennbar. Geschmeidiges Eisen wird durch langes Kalthämmern spröde.

Roheisen, Schmiedeeisen und Stahl wird von einander leicht dadurch unterschieden, daß man auf jedes derselben einen Tropfen Scheidewasser

fallen läßt; dieser macht auf dem ersteren einen fast schwarzen, auf dem zweiten einen hellgrünen und auf dem letzteren einen fast dunkelgrauen Fleck. —

Eisen von vorzüglicher Güte zeigt folgende Eigenschaften:

1) Gutes Eisen läßt sich kalt hin- und herbiegen, ohne zu brechen, und wenn es mit Gewalt abgebrochen wird, so erscheint es im Bruche faserig.

2) Wenn es auf dem Bruche lange breite Fasern hat, die einen reinen metallischen Glanz besitzen, aber keine verschossene graue Farbe zeigen. Diese bläuliche aschgraue Farbe rührt von dem beim Frischen häufig zugesetzten aus Kalkstein bestehenden Flusse her. Erhält dieses Eisen Schweißhitze, so glüht es in Zunder auseinander, oder wird ganz roth. Dieser Bruch ist zwar besser, als wenn er Augen und Blätter zeigt, doch gehört er nicht zu den guten. Sind jedoch die Augen klein-speisig und nicht körnig, sondern bestehen sie in kleinen mattsilberglänzenden Blättern und ist der Bruch mit einem vorstehenden Rande versehen, so zeigt dieses, namentlich bei dicken Stäben, dennoch ein gutes Eisen an.

3) Nach dem Feilen muß das Eisen eine lichtgraue Farbe haben, metallischen Glanz besitzen und keine scharfen Feilspäne geben.

4) Beim Schmieden muß das Eisen sich wohl gut strecken lassen, dabei aber viele Hammerschläge erfordern.

5) Wenn das Eisen beim Schmelzen und Gießen nicht unganz wird.

§. 92.

Das schwedische Stabeisen, welches aus dem Magneteisenstein gewonnen wird, den die Bergwerke bei Dannemora liefern, gehört zu dem besten; die vorzüglichsten Gattungen desselben kommen unter dem Namen Oeragrundeisen in den Handel, von denen 7 bis 8 Stangen auf ein Schiffspfund gehen; die verschiedenen Sorten werden nach den Häfen benannt, in denen sie verladen werden. Voyageeisen ist feiner als jenes; es gehen davon 10 bis 12 Stangen auf ein Schiffspfund.

Das Radreifeneisen ist 2 Zoll breit, $^3/_4$ Zoll stark und ist bezeichnet: S. F. Das Schlossereisen ist $1^1/_2$ Zoll breit, $^1/_4$ Zoll stark und ist bezeichnet: HH et HS.

Das gewöhnlich im Handel vorkommende Stab- oder Stangeneisen wird im allgemeinen eingetheilt:

1) In Quadrateisen, dessen Querschnitt ein Quadrat ist;

2) in **Flacheisen**, dessen Querschnitt ein Parallelogramm ist;

3) in **Façon-, Modell- oder Schabloneneisen**, dessen Querschnitt nach einer gegebenen Bestellung, nach einem Modelle angefertigt wird.

Dasjenige Eisen, welches unter $^3/_8$ Zoll stark und $1^5/_8$ Zoll breit ist, heißt **Bandeisen**, weil es vorzugsweise von Böttchern zum Binden der Fässer gebraucht wird. $^3/_4$ Zoll starkes Quadrateisen heißt **Reckeisen**. Das **Zahn-** oder **Zaineisen** besteht aus schwachen Stäben, die von Schlossern und Nagelschmieden verarbeitet werden. Das **Krauseisen** ist **Zahneisen**, welches für die Nagelschmiede gekerbt ist, um einzelne Enden leichter abschlagen zu können.

In den Hüttenwerken werden die verschiedenen Arten von Gußwaaren je nach der Art des Gießens benannt und bezahlt.

Man hat

a) **Sandguß, ordinären.** Der ordinäre Sandguß ist immer der wohlfeilste, weil die Modelle nur aus Holz gemacht und in den Gießsand, eine besondere Sandgattung, abgedrückt werden dürfen. Auf diese Art werden die Herdplatten u. s. w. gegossen.

b) **Sandguß, feiner.** Dieser Sandguß wird ebenfalls in Sand abgedrückt, es kommen aber erhöhte Vertiefungen vor.

c) **Kastenguß oder halber Lehmguß.** Dabei kommen geschweifte und erhabene Gegenstände vor; z. B. Theile von Maschinen, Mühlräder, Radwellen u. s. w.

d) **Lehmguß, ganzer Lehmguß.** Hierbei werden die ganzen Modelle von Lehm geformt, die nach dem Gusse wieder zerschlagen werden müssen; in solchen Formen werden Kammräder, Cylinder und dergleichen Maschinentheile gegossen, daher auch dieser Guß der theuerste ist.

Bei der Anfertigung von Bauanschlägen ist es oft nothwendig, das Gewicht der zu verarbeitenden Eisenstangen zu kennen, um darnach Ankaufspreis und das Schmiedelohn berechnen zu können. Wir theilen daher kürzlich Folgendes mit:

Wenn man das specifische Gewicht des Eisens = 7,788 setzt, so ist, da ein preußischer Kubikfuß Regenwasser 66 Berl. Pfunde wiegt, ein Berl. Kubikfuß Eisen

$$66 \,.\, 7{,}788 = 514{,}008 \text{ Pfunde.}$$

Soll hiernach z. B. das Gewicht eines laufenden Fußes Eisenstange ermittelt werden, die $^3/_8$ Zoll stark, $2^5/_8$ Zoll breit ist, so enthält ein laufender Fuß derselben

$$^3/_8 : \frac{21}{8} . 12 = 11{,}812 \text{ Kubikzoll.}$$

Ein Kubikfuß enthält 1728 Kubikzoll; bezeichnet man nun mit p das Gewicht eines laufenden Fußes der gegebenen Eisenstange, so verhält sich

$$1728 : 514{,}008 = 11{,}812 : p;$$

demnach ist $p = 11{,}812 . \frac{514{,}008}{1828} = k . 0{,}297 \; . \; . \; . \; . \; 1)$

In der Praxis kann man jedoch, ohne sehr zu fehlen, $p = k . 0{,}3$ annehmen und dann ergiebt sich

$$p = 11{,}812 . 0{,}3 = 3{,}5436 \text{ Pfunde,}$$

welches vom vorigen Werthe nur um 0,9664 Loth verschieden ist.

Wird der Durchmesser einer runden Eisenstange = d gesetzt, so ist der Quadratinhalt q ihres Querschnittes, oder

$$q = \frac{d^2}{4} = d^2 . 0{,}7854.$$

Bezeichnet also p′ das Gewicht einer runden Eisenstange von 12 Zoll Länge, so ist

$$p' = d^2 . 0{,}7854 . 0{,}297 = d^2 . 2{,}7991,$$

wofür man in der Praxis

$$p' = d^2 . 2{,}8 \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; 2)$$

setzen kann. Wäre nun z. B. eine Stange Rundeisen $2^1/_4$ Zoll stark, so wiegt ein laufender Fuß derselben

$$\left(\frac{9}{4}\right)^2 . 2{,}8 = 14{,}175 \text{ Pfund} = 14 \text{ Pfund } 5^3/_5 \text{ Loth.}$$

§. 93.

Gewalztes Eisen oder Eisenblech. Unter Blechen versteht man Metallstücke, deren Länge und Breite im Verhältniß zu ihrer Stärke sehr groß sind, doch dürfen diese Stücke nicht gegossen, sondern sie müssen gewalzt sein; gegossene Metallscheiben heißen Platten, sie mögen schwach oder stark sein. Gute Bleche müssen vollkommen glatte Oberflächen und überall gleiche Stärke haben; sie dürfen nicht schieferig sein und nach mehrmaligem Hin- und Herbiegen weder bersten noch brechen.

Man hat zweierlei Arten Eisenblech, nämlich **rohes** oder **Schwarzblech** und **verzinntes** oder **Weißblech**. Das schwarze Eisenblech

dient zu Windöfen, Malzdarren, eisernen Thüren, Dachrinnen u. s. w. Das verzinnte Blech dient zum Bedecken ganzer Dächer, Thurmkuppeln, zur Bedeckung äußerer Gesimse, zu Dachrinnen, Abzugsröhren u. s. w.

Die Eisenstäbe, die auf einmal zu Blechen verarbeitet werden sollen, werden vorerst in einem dazu eingerichteten Ofen beinahe bis zur Weißglühhitze gebracht; dann werden sie zwischen Walzen auf eine vollkommen gleiche Stärke gebracht; hierauf werden sie von einer Scheere in gleich lange Stücke geschnitten, die so gepaßt sind, daß jedes derselben groß genug ist, ein Blech von der verlangten Größe und Stärke daraus zu fertigen; sie werden Stürze genannt. Die Stürze werden nun, indem sie jedesmal vorher geglüht werden, so lange zwischen den Walzen durchgezogen, bis sie die erforderliche Stärke erhalten haben; sie sind alsdann als Schwarzblech zum Verkauf fertig, oder werden dann weiter zu Weißblech verarbeitet.

Um namentlich die weniger starken Bleche durch Verzinnen in Weißblech zu verarbeiten, werden diese Eisenbleche in verdünnte Schwefelsäure, Essig oder in gegohrne Roggenschrotmaische gestellt, um das Oxydhäutchen abzulösen, dann wird das Blech mit Sand gescheuert, vorerst in geschmolzenen Talg und dann in geschmolzenes Zinn gestellt, über welchem eine Decke von Talg sich befindet. Auf diese Weise wird die ganze Eisenmasse von Zinn durchdrungen, so daß, wenn das Blech später herausgenommen wird, dasselbe durch und durch zinnhaltig ist, während auf der Oberfläche eine dünne Lage Zinn zurückbleibt, die das Eisen bedeckt. Je reiner nun das Zinn war, desto glänzender oder polirter fällt die Oberfläche des Bleches aus.

Das verzinnte Eisenblech und die daraus gefertigten Geräthschaften sind aber, namentlich wenn sie nur im mindesten des Zinnes beraubt sind, bei feuchter Luft dem Verderben ausgesetzt, indem sie vom Roste angefressen werden. Diesem Uebel kann indeß abgeholfen werden, wenn man das zum Verzinnen des Eisenblechs bestimmte Zinn mit 4 — 5% Zink legirt. In einzelnen Fällen wird bei Anwendung des mit Zink versetzten Zinnes Vorsicht anzurathen sein; bei Geräthen aber, die zum äußern Gebrauche bestimmt sind und der feuchten Luft widerstehen sollen, z. B. Waschbecken, Traufrinnen u. s. w., ist sie unbedingt zu empfehlen. — In Frankreich bedient man sich zu dieser Verzinnung einer Legirung von 8 Theilen Zinn und 1 Theil Zink.

Eisenbleche können mit Gußeisen folgendermaßen zusammengelöthet werden: Von sehr weichem Eisen nehme man Feilspäne und schmelze sie mit Borax zusammen in einem Tiegel, zerstoße das so erhaltene schwarze Glas zu einem gröblichen Pulver, streue es auf die Fuge, erhitze die zu löthenden Bleche, bringe sie schnell auf den Amboß und befördere die Vereinigung durch leichte Hammerschläge.

§. 94.

Im Handel werden die Bleche in folgenden Sorten verkauft:

1) Sturzbleche, von Tafeln unter 6 Pfund schwer und nicht über 6 Quadratfuß groß, unter folgenden Nummern:

Nr. 1. wenn sie im Centner unter und bis 120 Q.Fuß enthalten,
= 2. = = = = = = 120 — 150 = = = =
= 3. = = = = = = 150 — 180 = = = =
= 4. = = = = = = 180 — 190 = = = =
= 5. = = = = = = 190 — 195 = = = =

2) Sturzbleche von 21 Zoll Länge und 18 Zoll Breite, und es gehören zu

Nr. 1. wenn sie 30 bis 40 Tafeln im Centner haben,
= 2. = = 41 — 50 = = = = = =
= 3. = = 51 — 60 = = = = = =
= 4. = = 61 — 63 = = = = = =
= 5. = = 64 — 65 = = = = = =

3) Sturzbleche, von denen die Tafel unter 60 Pfund schwer und über 3 bis höchstens 12 Quadratfuß groß ist, dürfen nicht über 100 Quadratfuß im Centner enthalten.

4) Sturzbleche, von denen die Tafel über 60 Pfund schwer ist, werden von 6 bis 24 Quadratfuß die Tafel angefertiget, das Gewicht jedoch pro Quadratfuß wird nicht über 16 Pfund, pro Tafel nicht über $2^1/_2$ Centner betragen.

Außerdem werden die Sturzbleche auch in einfache und doppelte eingetheilt; die erstern werden auch Schloßbleche genannt. Das einfache Sturzblech kommt in Buschen von 50 Pfund vor und wird nach Nummern benannt, die die Anzahl Tafeln im halben Centner bezeichnen. Die gangbarsten Sorten gehen von Nr. 2 bis Nr. 30, und es ist bei

	Das Gewicht einer Tafel.	Die Länge.	Die Breite.	Die Dicke.
Nr. 2.	25 Pfd. — Loth	26 Zoll	24 Zoll	0,113 Zoll
„ 8.	6 „ 8 „	28 „	$19\frac{1}{3}$ „	0,045 „
„ 16.	3 „ 4 „	22 „	$15\frac{1}{4}$ „	0,036 „
„ 24.	3 „ 2 „	$18\frac{5}{6}$ „	$12\frac{5}{6}$ „	0,0336 „
„ 30.	1 „ 21 „	18 „	12 „	0,03 „

Aus der Länge, Breite und dem Gewicht einer Blechtafel läßt sich ihre Stärke leicht folgendermaßen bestimmen.

Gesetzt, eine Blechtafel wäre 20 Zoll breit und 32 Zoll lang und wöge 6 Pfund 4 Loth; nach der am Ende beigefügten Tafel der specifischen Gewichte wiegt ein Kubikfuß gewalztes Eisen 514 Pfund; bezeichnet nun d die zu suchende Dicke der Blechtafel, so ist der kubische Inhalt derselben = 20 . 32 . d Kubikzoll; da nun ein Kubikfuß 1728 Kubikzoll faßt, so verhält sich

$$1728 : 514 = 20 \,.\, 32 \,.\, d : 6 \text{ Pfund } 4 \text{ Loth},$$

oder wenn die Pfunde in Lothe verwandelt werden:

$$1728 : 16448 = 640 \,.\, d : 196;$$

hieraus ergiebt sich:

$$d = \frac{196 \,.\, 1728}{640 \,.\, 16448} = 0{,}03217 \text{ Zoll}.$$

Ist allgemein einer gegebenen Eisentafel Länge = l, die Breite = b und das Gewicht derselben in Lothen = p, so ist allgemein

$$1728 : 16448 = l \,.\, b \,.\, d : p;$$

hieraus ergiebt sich

$$d = \frac{p}{l \,.\, b}\; 0{,}105058 \quad . \; . \; . \; . \quad 3)$$

aus welcher Gleichung der Werth von d oder die verlangte Stärke in Zollen gefunden wird.

§. 95.

Gezogenes Eisen oder Eisendraht ist gestrecktes Eisen und wird in der Baukunst häufig angewendet. Man benutzt ihn zu Wurf- und Fenstergittern, zu Rohrdecken, gezogenen Gesimsen, Blitzableitern u. dgl. m. Guter Draht darf weder spalten noch reißen, er muß sich ungeglüht oft rechtwinklig hin- und herbiegen lassen, ohne zu brechen. Er darf keine Streifen haben und muß glatt und rund sein. Der Bruch muß zackig und von hellgrauer Farbe sein.

Auf den Drahtziehereien wird der Draht nach Ringen von 2, 10 bis 25 Pfund und nach Nummern von Nr. 1 bis Nr. 25 verfertiget und verkauft.

In Preußen bedient man sich zum Bauen in der Regel zweier Sorten, Nr. 23 und 24. Die erstere hat im Ringe 900 Fuß Länge, ist $^1/_{16}$ Zoll stark und wiegt 5 Pfd. preuß., folglich kommen auf 1 Pfund 180 Fuß. Von Nr. 24 hat der Ring 1200 Fuß und es hält ein Pfund 240 Fuß.

Der Durchmesser oder die Dicke eines Drahtes kann aus seinem Gewicht gefunden werden, wenn man ein Stück von genau 12 Zollen abschneidet und dieses Stück auf einer sehr empfindlichen Wage wiegt. Es sei p das Gewicht desselben in Lothen oder Decimaltheilen eines Lothes ausgedrückt, d der zu suchende Durchmesser des Drahtes, so ist der Quadratinhalt seines Querschnittes $= \frac{d^2 \pi}{4} = d^2 . 0{,}7854$, der kubische Inhalt dieses 12 Zoll langen Endes Draht ist also

$$= 12 . d^2 . 0, 7854.$$

Es verhält sich also, wie §. 94., wenn l die Länge des Drahtes ist,

$$1728 : 16448 = l . d^2 . 0{,}7854 : p.$$

Hieraus ergiebt sich

$$d = 0{,}3657 \sqrt{\frac{p}{l}} \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 4).$$

In dieser und in allen früheren Formeln ist unter p immer preußisches Handelsgewicht zu verstehen; da jedoch das Handelspfund nur in 32 Loth oder 128 Quentchen getheilt wird, so können sehr feine Drähte damit genau nicht gewogen werden; man muß sich also des Medicinalgewichtes bedienen. Das preußische Handelsgewicht verhält sich aber zum preußischen Medicinalgewicht = 1 : 0,75, es wiegt also ein Kubikfuß zu Draht gezogenes Eisen 385,5 Pfund Medicinalgewicht. Und wenn die Pfunde in Gran verwandelt werden:

$$1728 : 385{,}5 . 5760 = l . d^2 . 0{,}7854 : p;$$

hiernach ist

$$d = 0{,}0319 \sqrt{\frac{p}{l}} \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 5)$$

Beim Gebrauch dieser Gleichung sind l preußische Zolle und p Grane preuß. Medicinalgewicht.

§. 96.

Bestimmung der gewöhnlichen Preise der Eisenwaaren.

Bei der Preisbestimmung des Eisens kommt das Gewicht desselben in Betracht. Von geschmiedetem Eisen hat man folgende Sorten:

1) Stabeisen; 2) Flacheisen; 3) Rundeisen.

1) Stabeisen hat folgendes Gewicht:

Ein Stab	1	Fuß lang	3″	in's Quadrat wiegt	20	Pfd.	22½	Loth.
= =	1	= =	2″	= = = =	9	=	7	=
= =	1	= =	1½″	= = = =	5	=	6½	=
= =	1	= =	1″	= = = =	2	=	9½	=
= =	1	= =	¾″	= = = =	1	=	10	=
= =	1	= =	½″	= = = =	—	=	18	=

2) Flaches Eisen.

Ein Stab	1	Fuß lang	4″	breit	1″	dick wiegt	9	Pfd.	6	Loth.
= =	1	= =	3″	=	¾″	= =	5	=	8	=
= =	1	= =	3″	=	½″	= =	3	=	12	=
= =	1	= =	2″	=	¾″	= =	2	=	20	=
= =	1	= =	½″	=	⅜″	= =	—	=	21	=

3) Rundes Eisen.

Ein Stab	1	Fuß lang	3″	im Durchmesser wiegt	16	Pfd.	26	Loth.
= =	1	= =	2½″	= = =	12	=	4	=
= =	1	= =	2″	= = =	7	=	14	=
= =	1	= =	1½″	= = =	3	=	9	=
= =	1	= =	1″	= = =	1	=	24	=

Die Preise des geschmiedeten Eisens sind sehr verschieden; gewöhnlich kostet das Pfund 2½ bis 3½ Sgr.

Verarbeitetes Eisen wird das Pfund zu 5 bis 6½ Sgr. bezahlt.

Der Stahl ist im Preise ebenfalls sehr verschieden, man hat das Pfund von 5 bis zu 21 Sgr. und darüber, welcher letztere unter dem Namen englischer Gußstahl vorkommt.

Gußeisen. Die Preise des Gußeisens sind eben so verschieden als die des geschmiedeten. Die Preise des Hüttenwerkes Obereichstätt sind gegenwärtig:

1) Lehmguß per Centner . .	7	Thlr.	13½	Sgr.
2) Kastenguß	6	=	20	=
3) Sandguß	5	=	25	=
4) Ordinärer Sandguß . .	5	=	16⅔	=

Bei Brunnenröhren, Verzierungen, Gittern muß das Modell besonders bezahlt werden und dann kommt das Pfund auf 2 bis $2^1/_2$ Sgr.

Der Ofenguß wird ebenfalls besonders berechnet.

Von Plattenöfen kommt der Centner auf . . . 7 Thlr. 20 Sgr.

Von schön verzierten runden Oefen der Centner auf 10 Thlr. 10 Sgr.

Blech. Die Dachdecker verwenden gewalztes Blech, wovon der Quadratfuß 1 bis $1^1/_4$ Pfund wiegt und 8 Sgr. kostet. Weißes Blech kostet der Quadratfuß ebenfalls 8 Sgr.

Von den Nägeln.

§. 97.

Zur Verfertigung der Nägel benutzt man das sogenannte Zaineisen, das unter allen Sorten am zähesten und sehnigsten ist. Die Flächen der Nägel sind glatt und keilförmig gestaltet. Man kann einen Nagel rechtwinklig hin- und herbiegen, ohne daß er bricht. — Die Holznägel bilden im Querschnitt kein Quadrat, sondern ein Rechteck, um das Spalten des Holzes zu vermeiden, weil man die schwächste Breite beim Einnageln zwischen die Fasern setzt.

Man hat gefunden, daß, wenn ein Stück Holz durch einen Nagel gehörig an ein anderes befestigt werden soll, der Nagel dreimal so lang sein muß, als das anzunagelnde Stück Holz Dicke hat.

Die Festigkeit der Nägel verhält sich wie ihre Querschnitte und diese wie die Quadrate ihrer Breite. Bei größeren Nägeln weicht man von dieser Regel ab und giebt ihnen eine größere Festigkeit. Der Nagelkopf hat ebenfalls sein bestimmtes Größenverhältniß zu der Länge des Nagels. Man bestimmt nämlich seinen Durchmesser dadurch, daß man die halbe Nagellänge in Zollen ausdrückt, diese zu seiner in Linien gegebenen Breite addirt und die dadurch gefundene Zahl als Linien annimmt, die die Größe des Kopfdurchmessers bestimmen. Ist z. B. ein Schleußennagel 18 Zoll lang und seine Breite am Kopfe $= 9^1/_2$ Linien, so giebt $\frac{18}{2} + 9^1/_2 = 18^1/_2$ Linien für den Durchmesser des Nagelkopfes.

Die gräuchlichsten Nägel sind folgende:

Ein 2 Groschennagel . . .	12''' lang,	$5^3/_4$''' breit,	$5^3/_4$''' dick;	
„ 1 Groschennagel . . .	$8^1/_2$ „	$3^3/_4$ „	3 „	

Ein großer Bodenspieker . .	$5^1/_2$''' lang,	4''' breit,	$1^3/_4$''' dick;
» kleiner Bodenspieker . .	$4^1/_2$ »	2 »	2 »
» Lattnagel	$3^1/_2$ »	2 »	2 »
» ganzer Brettnagel . .	2 »	$2^1/_2$ »	$1^1/_4$ »
» halber Brettnagel . .	2 »	2 »	1 »
» ganzer Schloßnagel . .	$1^1/_2$ »	$1^1/_4$ »	1 »
» halber Schloßnagel . .	$^3/_4$ »	1 »	$^3/_4$ »
» doppelter Rohrnagel . .	$1^1/_4$ »	$1^1/_4$ »	1 »
» ordinärer Rohrnagel . .	1 »	$^7/_8$ »	$^7/_8$ »

Benennungen und Preise der Nägel lassen sich auch aus folgender Tabelle abnehmen.

Stück.	Benennung.	Preis.		Gewicht in Pfunden.
		Thlr.	Sgr.	
100	Lattnägel	—	10	$1^1/_2$
100	Bretternägel	—	$8^1/_3$	$1^1/_4$
100	Bretternägel, halbe . . .	—	6	$^1/_2$
100	Bodennägel	—	$8^2/_3$	$1^1/_4$
100	Stuckaturnägel	—	6	$^1/_2$
100	Leistnägel, große	2	18	8
100	Leistnägel, halbe	1	$21^1/_3$	5
100	Kreuznägel, große	2	$23^1/_3$	10
100	Kreuznägel, mittlere . . .	1	28	$6^1/_2$
100	Kreuznägel, kleine	1	14	4
100	Dielennägel	—	28	3
100	Blendnägel, große	—	$4^2/_3$	$^1/_2$
100	Blendnägel, kleine	—	$2^2/_3$	$^1/_4$
100	Bandnägel, große	—	18	2
100	Bandnägel, halbe	—	8	1
100	Schindelnägel, große . . .	—	$7^1/_3$	$^1/_2$
100	Schindelnägel, kleine . . .	—	4	$^1/_4$
100	Thornägel, große	1	$11^1/_3$	4
100	Thornägel, hohlgestampfte .	1	$13^1/_3$	3
100	Preisnägel, große	4	18	10
100	Preisnägel, mittlere . . .	3	15	8
100	Schiffnägel	1	13	3
1000	Tapetennägel, große . . .	—	24	2
1000	Tapetennägel, kleine . . .	—	$21^1/_3$	$^3/_4$
100	Tapetennägel, verzinnte . .	—	4	$^1/_4$
100	Tapetennägel, unverzinnte. .	—	$3^2/_3$	$^1/_4$
1000	Rohrnägel, verzinnte . . .	1	10	3
1000	Blechnägel	1	20	4
1000	Stifte	—	$28^2/_3$	2
500	Drahtstifte	—	5	$^1/_4$

Ueber die Haltkraft der in Holz eingeschlagenen Nägel und Drahtstifte.

§. 98.

Ueber das Festhalten der Nägel im Holze hat der Herr Dir. Karmarsch eine Menge Versuche angestellt, die wir aus dessen darüber abgefaßtem Berichte hier im Auszuge mittheilen.

Zu diesem Behuf wurden Nägel von verschiedener Größe auf verschiedene Tiefe und in mehrern Holzarten von gewöhnlichem Grade der Trockenheit theils parallel mit den Fasern, theils rechtwinklig gegen dieselben eingeschlagen und sogleich wieder durch angehängte und allmählich erschwerte Gewichte ausgezogen. Um die Versuche genügend auszuführen, wurde besondere Vorsicht darauf verwendet, daß die Nägel beim Einschlagen sich nicht krümmten und beim Ausziehen den Zug genau in der Richtung der Achse des Nagels stattfinden zu lassen. Auch wurde namentlich beim Einschlagen starker Nägel ein Loch vorgebohrt, theils um das Zersprengen des Holzes zu vermeiden, theils um den Einfluß dieses Verfahrens auf die Haltkraft kennen zu lernen; dieses Loch war aber nie größer, als daß sein Durchmesser höchstens der halben Dicke des Nagels und seine Tiefe der halben Länge seines eingetriebenen Theiles gleichkam. Wir gehen nun zu den aus den Versuchen gewonnenen Resultaten über, welches folgende sind:

1) Die Haltkraft eines in Holz eingeschlagenen Nagels hängt ab: von der Art und Beschaffenheit des Holzes; von der Richtung des Nagels gegen die Holzfasern; von der Tiefe, auf welche derselbe eingedrungen ist; von der Dicke des Nagels, folglich (da Länge und Dicke in gewissem Verhältnisse stehen) von dessen Größe.

2) Der Einfluß der verschiedenen Holzarten ergiebt sich, wenn man die mit gleichen, gleichtief eingeschlagenen Nägeln erhaltenen Resultate mit einander vergleicht, wodurch man findet, daß wenn man zunächst beim Längenholz die Haltkraft in Tannenholz = 1 stellt, man für die übrigen erhält und zwar

für die Linden durchschnittlich		1,09
" " Eichen	"	3,13
" " Rothbuchen	"	2,09
" " Weißbuchen	"	2,35

Das heißt also, die Nägel halten ungefähr gleichfest in Tannen- und Lindenholz, dagegen in Rothbuchen 2 Mal, in Weißbuchen $2^{1}/_{2}$ Mal, in Eichen aber 3 Mal so fest als in Tannenholz.

Betrachtet man in dieser Hinsicht obige Ergebnisse beim Querholze, so findet man, daß, wenn man die Haltkraft des Tannenholzes hier ebenfalls = 1 setzt, alsdann

die Linden durchschnittlich 1,04
die Eichen " " 2,00
die Rothbuchen " 1,56
die Weißbuchen " 1,76 betragen,

oder es halten die Nägel im Lindenholz eben so fest, im Rothbuchen- $1^{1}/_{2}$ Mal, im Eichen- und im Weißbuchen- aber ziemlich 2 Mal so fest als im Tannenholze.

3) In einerlei Holzart halten die Nägel sehr viel fester, wenn sie quer gegen die Fasern eingeschlagen werden, als wenn ihre Richtung mit den Fasern parallel läuft, und man kann durchschnittlich annehmen, daß die Nägel im Querholz von Linden 1,9 Mal, von Tannen 1,8 Mal, von Rothbuchen 1,6 Mal, von Eichen und Weißbuchen aber 1,4 Mal fester halten als im Längenholze derselben Art.

Zwischen beiden Richtungen des Holzes wird offenbar der Unterschied um so kleiner, je härter das Holz ist.

4) Beim Rothbuchenholze halten die Nägel in merkbarem Grade fester, wenn ihre Breite nach dem Laufe der Jahrringe gestellt war. Beim Tannenholze hatte dieser Unterschied auf die Haltbarkeit der Nägel keinen Einfluß. So halten auch bei den Eichen die Nägel in dem dichten Theile der Jahrringe durchschnittlich 1,14 Mal fester als im porösen Theile. Auch haben sie mehr Haltkraft, wenn sie parallel mit den Jahrringen eingeschlagen werden, als wenn sie die Dicke der Jahrringe rechtwinklig durchdringen.

5) Wegen der keilförmigen Gestalt der Nägel nimmt die Haltkraft eines und desselben Nagels in größerem Verhältnisse zu als die Tiefe, auf welche er in das Holz eingetrieben ist.

Wenn man nämlich einen Nagel einschlägt, so drängt dieser die Holzfasern zur Seite, versetzt sie in eine gewisse Spannung und erweckt

dadurch ihre Elasticität, vermöge welcher das Holz von allen Seiten einen Druck auf den Nagel ausübt. Dieser Druck erzeugt Reibung und letztere verhindert das Losgehen des Nagels, insofern nicht dasselbe durch Anwendung einer gewissen Kraft bewirkt wird, welche im Stande ist, jene Reibung zu überwinden. Je zahlreicher die Puncte sind, in welchen Holz und Nägel sich berühren, desto stärker ist der gesammte Druck des erstern, also nothwendig desto größer die Haltkraft des Nagels. Angenommen, man theile die Länge eines Nagels nach Zollen ein, so ist klar, daß der erste Zoll, zunächst der Spitze, am wenigsten Oberfläche darbietet; der zweite Zoll mehr, der dritte noch mehr u. s. f. Also muß die Haltkraft eines 2 oder 3 Zoll tief eingeschlagenen Nagels mehr betragen als das Zwei- oder Dreifache von der Haltkraft des nämlichen Nagels, wenn derselbe nur 1 Zoll tief im Holze steckt. Hierzu kommt noch, daß jeder eindringende Theil der Nagellänge, indem er das Loch vergrößert, die Spannung (mithin den Druck) der Holzfasern vermehrt. Dieser Umstand scheint indessen von geringerer Bedeutung zu sein als der zuerst angeführte; denn die Nachgiebigkeit der Holzfasern erreicht bald ihre Grenze und es erfolgt ein Sprung oder Bruch, wenn man nicht durch Vorbohrung eines Loches einen gehörigen Theil des Holzes weggeschafft hat.

6) Bei gleich tief eingeschlagenen Nägeln ist deren Dicke von entschiedenem Einflusse auf die Haltkraft, weil von der Dicke die Größe der Berührungsfläche mit dem Holze abhängt und unter übrigens gleichen Umständen von der Ausdehnung jener Fläche die Haltkraft bestimmt wird.

Mit einer hier genügenden Genauigkeit kann man die Nägel als völlig pyramidalisch annehmen, obschon sie es eigentlich nicht sind, da die Verjüngung nach der Spitze zu viel bedeutender ist als in der Nähe des Kopfes, überdies bei manchen Gattungen die Spitze eine platte Gestalt hat. Nun findet man unter jener Voraussetzung die Oberfläche des eingedrungenen Theils des Nagels, wenn man dessen halben Umfang (die Summe seiner Breite und Dicke), an der Oberfläche des Holzes gemessen, mit der im Holze befindlichen Länge multiplicirt. Dividirt man durch dieses Product (in Quadratzollen ausgedrückt) die zum Ausreißen des Nagels erforderliche Kraft, so ergiebt sich die Haltkraft für einen Quadratzoll Nagelfläche, welche als die zwischen dem Holze und dem Nagel stattfindende Reibung anzusehen ist. Für diese Berechnung ist es am zweckmäßigsten, in Bezug auf die Richtung und Stellung des Nagels

im Holze keinen andern Unterschied gelten zu lassen als jenen zwischen Längenholz und Querholz; dagegen die Rücksicht auf die Jahrringe und Spiegel, so wie (bei Eichenholz) den Unterschied zwischen dichten und porösen Theilen der Jahre zu vernachlässigen. Denn in der Praxis, wo diese Nebenumstände nicht berücksichtigt werden können, kommt es ohnehin nur auf die Ermittelung von Durchschnittswerthen an.

Der Kürze wegen soll das Verfahren bei der oben angedeuteten Rechnung an einigen Nägelsorten und einer Holzart ausführlich dargestellt werden.

Der fünfzöllige Nagel hat folgende Dimensionen:

In folgender Entfernung von der Spitze (Zoll.)	Die Breite. (Zoll.)	Die Dicke. (Zoll.)	Folglich der halbe Umfang (Zoll.)	Daraus ergiebt sich die Oberfläche des Nagelstücks bei vorstehender Länge. (Quadratzoll.)
1/2	0,143	0,083	0,226	0,113
1	0,176	0,104	0,280	0,280
1 1/2	0,214	0,125	0,239	0,508
2	0,250	0,143	0,293	0,785
3	0,300	0,156	1,456	1,368

Die durchschnittliche Haltkraft der ersten Versuche, wo dieser Nagel auf 3 Zoll in Längenholz eingeschlagen war, beträgt 539 Pfund, und da die Oberfläche des im Holz befindlichen Theils des Nagels = 1,368 Quadratzoll war, so ergiebt sich die Haltkraft für einen Quadratzoll Nagelfläche $= \frac{539}{1,368} = 394$.

Die folgenden Versuche für 2 Zoll Tiefe geben im Durchschnitte 355 Pfund Haltkraft, also für den Quadratzoll $\frac{355}{0,786} = 451$.

Die darauf folgenden Versuche geben $\frac{123}{0,28} = 439$.

Die folgenden $\frac{40}{0,113} = 354$.

Im Tannenquerholz liefert derselbe Nagel folgende Resultate:

$$\frac{591}{0,786} = 752$$

$$\frac{260}{0,28} = 927$$

$$\frac{56}{0,113} = 496.$$

Der Bodennagel hatte folgende Maße:

Entfernung von der Spitze. Zoll.	Breite. Zoll.	Dicke. Zoll.	Halber Umfang. Zoll.	Fläche. Quadratzoll.
1/2	0,125	0,083	0,208	0,104
1	0,167	0,104	0,271	0,271
2	0,219	0,125	0,344	0,688
2	0,281	0,125	0,406	1,218

Im Tannenlängenholze gab derselbe folgende Resultate:

$$\frac{117}{0{,}271} = 431, \quad \frac{342}{0{,}688} = 497, \quad \frac{593}{1{,}218} = 487.$$

Im Tannenquerholz

$$\frac{715}{0{,}104} = 687, \quad \frac{221}{0{,}271} = 826, \quad \frac{589}{0{,}688} = 856.$$

Dehnt man diese Berechnung über sämmtliche Versuche aus, so ergiebt sich, daß mit wenigen Ausnahmen alle Resultate, die Längen- und Querholz betreffen, auf das Wünschenswertheste so genau mit einander übereinstimmen, als es sich bei einem derartigen Gegenstande nur erwarten läßt. Man findet daher folgende Mittelwerthe, für

Tannen		Linden		Eichen		Rothbuchen		Weißbuchen	
Längenh.	Querh.	Längenh.	Querh.	Längenh.	Querh.	Längenh.	Querh.	Längenh.	Querh.
458	802	469	869	1308	1815	865	1370	1052	1468

Man kann sonach die Haltkraft für einen hannöv. Quadratzoll Nagelfläche folgendermaßen nach kölnischen Pfunden ausdrücken:

	Wenn die Nägel eingeschlagen sind:	
	nach dem Laufe der Fasern.	quer gegen die Fasern.
Bei Tannenholz	450	800
„ Lindenholz	450	850
„ Rothbuchenholz . .	870	1350
„ Weißbuchenholz . .	1050	1480
„ Eichenholz	1300	1800

Mit Hülfe dieser Zahlen kann man mit einer in den meisten Fällen befriedigenden Annäherung die Kraft berechnen, welche ein gegebener Nagel zum Ausziehen erfordert.

Man hat nämlich nur die Tiefe, auf welche der Nagel eingeschlagen wird (in Zollen), zu multipliciren mit der Summe seiner Breite und Dicke (da wo er aus dem Holze tritt); und dann noch mit der zugehörigen Zahl aus vor-

stehender kleiner Tabelle: das Product giebt in Pfunden das gesuchte Resultat.

Zwar kann man keine zu große Genauigkeit erwarten; allein in den Fällen, wo man etwa eine solche Rechnung für den praktischen Gebrauch anstellen will, wird man ohnehin den Nägeln viel weniger Last zutheilen, als die Rechnung ergiebt, und hierdurch hinreichend sicher gehen.

7) Es ist nun noch die Frage zu erörtern, ob das Vorbohren eines Loches an der Stelle, wo der Nagel eingeschlagen wird, die Haltkraft des letzteren beeinträchtige.

Da beim Eintreiben eines nicht ganz dünnen Nagels auf eine beträchtliche Tiefe das Holz gesprengt wird, so ergiebt sich, daß die Keilwirkung des Nagels bis zu einem gewissen Grade nützlich sei, so lange zwar, als durch sie die Fasern ganz gepreßt, aber nicht getrennt werden. Dieser Grad der Pressung muß erreicht werden, wenn der Nagel möglichst fest sitzen soll. In wiefern nun ein vorgebohrtes Loch im Vergleich mit der Größe eines Nagels so klein ist, daß letzterer noch eine gehörige Zusammenpressung der Holzfassern bewirken kann, so ist vorauszusehen, daß das Vorbohren ohne nachtheiligen Einfluß sein muß.

§. 99.

Versuche mit Drahtstiften.

Wie über die Nägel, so hat der Herr Dir. Karmarsch auch Versuche über die Haltkraft der Drahtstifte angestellt. Da nun der Drahtstift nicht wie der Nagel keilförmig zuläuft, sondern ein Cylinder ist, so preßt er sich auch nicht so fest ein wie der Nagel, und man kann annehmen, daß die für einen Quadratzoll Berührungsfläche gefundene Haltkraft hier zwei- bis dreimal kleiner ist als bei Nägeln. Sie beträgt etwa

	in Längenholz:	in Querholz:
bei Tannen	220 Pfund	270 Pfund
„ Linden	260 „	300 „
„ Rothbuchen	390 „	580 „
„ Eichen	410 „	580 „
„ Weißbuchen	510 „	600 „

Hieraus erhellt der große Vorzug der Nägel vor den Drahtstiften in Beziehung auf das Festhalten im Holze.

Ueber die Stärke der Schrauben und das Gewinde derselben.

§. 100.

Nach den Bemerkungen des Dr. Mohr kann sich die Wirkung einer Schraube auf zweifache Art äußern: entweder wirkt sie ziehend oder drückend. Ziehend wirkt sie, wenn sie selbst still steht, die Mutter aber in Bewegung gesetzt wird: dagegen wirkt sie drückend, wenn die Mutter still steht und die Schraube sich bewegt. Im ersten Falle entsteht das Bestreben, die Schraube auseinander zu ziehen, im zweiten Falle sie in einander zu drücken, was aber gewöhnlich nur als ein Krummbiegen und Zerbrechen endet.

Ein Draht von 1 Linie Durchmesser kann eine Last von mehreren Centnern tragen, während derselbe Draht stützweise kaum einige Pfund zu tragen vermag. Hieraus ergiebt sich, daß eine Schraube am stärksten wirkt, wenn sie still steht und die Mutter bewegt wird, da sie dann, ohne Gefahr zerbrochen zu werden, eine weit größere Kraftäußerung ertragen kann. Wird eine sehr lange Schraube gedreht, so entsteht ein Streben die Schraube zu verdrehen: und sie kann bloß so lange drehend bewegt werden, als sie im Stande ist, diesem Streben zu widerstehen. Ist nun die lange Schraube zugleich dünn, so wird sich gar bald der Körper der Schraube um seine Achse verdrehen, während das Ende derselben in der Mutter still stehen bleibt, das andere Ende aber im Schlüssel sich dreht, bis die Schraubenspindel endlich abbricht. Es ist demnach nothwendig, daß lange Schrauben, welche selbst gedreht werden sollen, sehr stark gemacht werden, selbst dann, wenn nur eine geringe Kraftäußerung von ihnen verlangt wird.

Wird dagegen die Mutter gedreht, während die Schraube still steht, so hat die Länge der Schraube fast nicht den mindesten nachtheiligen Einfluß. Wenn es demnach die Umstände zulassen, so sind, wo große Kräfte in Anspruch genommen werden, stehende Schrauben mit beweglichen Muttern vorzuziehen.

Die Gestalt des Fadens oder Gewindes anlangend, so unterscheidet man einen dreieckigen oder flachen und wendet den letztern bei sehr starken Schrauben an. Da nun aber beim flachen Faden der Zusammenhang des Fadens mit dem cylindrischen Kerne der Schrauben sehr gering

ist, etwa die Hälfte vom dreieckigen, so ist diese Gewohnheit durchaus fehlerhaft. Denn da beim Gebrauch der Schraube stets das Streben vorwaltet, den Faden von der Spindel abzureißen, so wird sie diesem Streben um so stärker widerstehen können, je fester der Faden mit ihr verbunden ist, und Letzteres ist eben beim dreieckigen Faden der Fall.

Da nun der Faden gerade da, wo er mit der Spindel zusammenhängt, die größte Gewalt erleidet, diese Gewalt aber nach außen hin abnimmt, so nimmt auch die Stärke des Metalls nach außen hin ab: und aus demselben richtigen Grunde macht man auch einen Hebel, Wagebalken, Scheerenarm und dergleichen mehr nach außen hin schwächer. Folglich sind in allen Fällen von sehr großer Kraftäußerung nur Schrauben mit dreieckigen Faden anzuwenden. Aber auch diesen dreieckigen oder spitzen Faden lasse man nicht in eine Schneide, sondern in eine schmale Ebne ausgehen, weil die Wirkung dieses letzten dünnen Randes von keiner Erheblichkeit mehr sein kann.

Dünnere Schrauben mit dreieckigen Faden haben auch jederzeit mehr geleistet als dickere mit flachen Faden, und es ist daher nicht einzusehen, was die flachen Gewinde Vortheilhaftes haben sollen, da endlich auch die Reibung bei beiderlei Arten von Schrauben ganz dieselbe ist.

Versuche über die Größe der Kraft, welche zum Ausreißen der Holzschrauben nöthig ist.

Die über das Festhalten der Holzschrauben in verschiedenen Holzarten sorgfältig angestellten Untersuchungen haben eben so bestimmte Resultate gegeben, daß man im Stande ist, aus der Länge des im Holze befindlichen Theils der Schraube, dem Umfange ihres Gewindes und der Festigkeit der Holzart, die zum Ausreißen der Schraube nöthige Kraft in Pfunden angegeben, auf eine ganz einfache Weise zu berechnen. Da nun die genaue Kenntniß dieser Sache für den praktischen Zimmermann von besonderem Interesse sein muß, so fügen wir den vom Dir. Karmarsch gegebenen Bericht über seine desfallsigen gründlichen Versuche auszugsweise bei.

Die angestellten Untersuchungen erstrecken sich zunächst auf fünf der gewöhnlichsten Holzarten und auf eiserne Holzschrauben von dreierlei Dimensionen. Die Schrauben wurden — nach Vorbohrung eines Lochs genau nur von der erforderlichen Größe — theils ganz durch Brettchen von bestimmter Dicke hindurchgeschraubt, theils in dickere Holzstücke bis

auf die bezeichnete Tiefe eingedreht. Eine Verschiedenheit der Größe der Haltkraft ergab sich aber bei Anwendung dieser zwei Methoden nicht. Das Ausreißen der Schrauben geschah durch angehängte verstärkte Gewichte, wobei alle bei ähnlichen Versuchen nöthige Vorsichtsmaßregeln angewendet wurden.

Tabelle I.

Versuche mit Schrauben, welche einschließlich des Gewindes 0,23 Zoll Durchmesser und auf einen Zoll Länge 12 Umgänge des Gewindes hatten. Die Tiefe des Gewindes betrug 0,05 Zoll.

Holzgattung.	In Längenholz. Länge der Schraube im Holze. Zoll.	Zum Ausreißen der Schrauben erforderliches Gewicht. Pfunde.	In Querholz. Länge der Schraube im Holze. Zoll.	Zum Ausreißen der Schrauben erforderliches Gewicht. Pfunde.
Tannen	1/2	200,5	1/2	288
Linden	1/2	281	1/2	396
Weißbuchen	1/2	426	1/2	riß bei 600 Pfd. noch nicht aus.
Rothbuchen	1/2	306,5	1/2	437
Eichen	1/2	364	1/2	415

Tabelle II.

Versuche mit Schrauben, welche einschließlich des Gewindes 0,17 Zoll Durchmesser und auf einen Zoll Länge 15 Umgänge des Gewindes hatten. Die Tiefe des Gewindes betrug 0,04 Zoll.

Holzgattung.	In Längenholz. Länge der Schrauben im Holze. Zoll.	Zum Ausreißen der Schrauben erforderliches Gewicht. Pfunde.	In Querholz. Länge der Schrauben im Holze. Zoll.	Zum Ausreißen der Schrauben erforderliches Gewicht. Pfunde.
Tannen	1/4	83	1/4	118
Weißbuchen	1/4	153	1/4	252

Tabelle III.

Versuche mit Schrauben, welche einschließlich des Gewindes 0,08 Zoll Durchmesser und auf einen Zoll 27 Umgänge des Gewindes hatten. Die Tiefe des Gewindes betrug 0,02 Zoll.

Holzgattung.	In Längenholz.		In Querholz.	
	Länge der Schrauben im Holze. Zoll.	Zum Ausreißen der Schrauben erforderliches Gewicht. Pfunde.	Länge der Schrauben im Holze. Zoll.	Zum Ausreißen der Schrauben erforderliches Gewicht. Pfunde.
1/4	1/4	70,5	1/4	107

Aus dieser Uebersicht ergeben sich im allgemeinen folgende Resultate:

1) Die Schrauben halten im Tannenholze am wenigsten fest, in Linden- 1,4 Mal, in Rothbuchen- 1,5 Mal, in Eichen- 1,6 Mal und in Weißbuchenholze 2 Mal so fest.

2) In einerlei Holz ist die Haltkraft größer, wenn sie quer gegen die Fasern, als wenn sie parallel zu denselben eingeschraubt ist; und es ist anzunehmen, daß durchschnittlich das Verhältniß zwischen der Haltkraft der Schrauben in Längenholz und in Querholz sich verhält

wie 1 zu 1,14 bei Eichen,
wie 1 zu 1,4 bei Tannen, Linden und Rothbuchen,
wie 1 zu 1,6 bei Weißbuchen.

3) Aus den verschiedenen, sehr von einander abweichenden, oben aber nicht specificirten Versuchen mit Eichenholz ergiebt sich, daß die großen Ungleichheiten in der Structur dieses Holzes von sehr bedeutendem Einflusse auf die Haltkraft der Schrauben in demselben sind. In Längenholz hielt die Schraube, wenn sie sich ganz in dem dichten Theile eines breiten Jahrringes befand, reichlich $1^1/_2$ Mal so fest, als wenn sie ohne Unterschied die dichten und porösen Schichten mehrerer dünner Jahrringe einnahm. In Querholz erforderte die rechtwinklig die Jahresschichten durchsetzende Schraube ungefähr um den vierten Theil mehr Kraft zum Ausreißen, als die nämliche Schraube, wenn sie mit den Jahresschichten gleichlaufend eingeschraubt war.

4) Wenn eine Holzschraube eingeschraubt ist, so sind die Vertiefungen ihres Gewindes mit einer Holzmasse ausgefüllt, die man sich als einen hohlen Cylinder vorstellen kann von einem innern Durchmesser gleich

jenem der Schraube ohne Gänge und von einem äußern Durchmesser gleich dem der Schraube sammt ihren Gängen. Dieser Holzcylinder wird zwar durch die eisernen Schraubengänge selbst unterbrochen, allein da letztere bei allen guten Holzschrauben sehr dünn sind und weit auseinander liegen, so begeht man keinen erheblichen Fehler, wenn man die Holzmasse als ununterbrochen ansieht. Namentlich gilt dieses für den äußern Umfang des Cylinders, wo nur die scharfen, höchst dünnen Ränder des Schraubengewindes in Betracht kommen.

Wird eine Schraube ausgerissen, so erfolgt eine Trennung des Holzes dergestalt, daß der das Schraubengewinde ausfüllende Holzcylinder sammt der Schraube selbst sich ablös't und ein entsprechendes, glattes, cylindrisches Loch entsteht. Im Betreff der zum Ausreißen erforderlichen Kraft ergiebt sich hiernach von selbst, daß deren Größe durch die Größe der cylindrischen Trennungsfläche bestimmt wird, welche letztere wieder ganz allein von dem äußern Durchmesser des Gewindes und von der Länge des im Holze befindlichen Theils der Schraube abhängt. Wie groß die weggerissene Holzmasse sei, kommt dabei nicht in Betracht, daher es auch gleichgültig ist, welche Tiefe das Gewinde besitzt; vorausgesetzt, daß diese Tiefe nicht ganz und gar unbeträchtlich ist. Wäre nämlich das Gewinde in dem Grade seicht, daß es die in seinen Vertiefungen eingeschlossene Holzmasse nicht festzuhalten vermöchte, so würde diese letztere leicht in staubartige Späne zermalmt werden, die Schraube gewissermaßen nach Art einer Raspel wirken und dem Herausreißen nur einen unverhältnißmäßig geringen Widerstand entgegensetzen. Bei den gebräuchlichen Holzschrauben kann dieser Fall nie vorkommen.

Hiernach hängt bei gleicher Beschaffenheit des Holzes die Haltkraft einer Schraube allein ab:

a) Von dem äußern Durchmesser derselben, einschließlich des Gewindes. Wenn also die Größe der zum Ausreißen einer Schraube erforderlichen Kraft im Verhältniß steht mit der cylindrischen Fläche, auf welcher die Trennung des Holzes erfolgt, so muß bei gleich tief eingeschraubten Schrauben die ausreißende Kraft sich verhalten wie die Umkreise der Gewinde an dessen äußerstem Rande, was aus obigen Tabellen ersichtlich ist.

b) Hängt die Haltkraft der Schraube zugleich mit ab von der Länge des in das Holz eingeschraubten Theils. Demnach muß

für gleich dicke Schrauben die ausreißende Kraft in eben dem Verhältnisse stehn wie die Länge des im Holze befindlichen Theils. Dieses ergiebt sich aus Tabelle II.

c) Die Tiefe des Gewindes hat aber, wie sich aus den Versuchen folgern läßt, auf die Haltkraft keinen Einfluß. Die Tiefe der Gänge war bei den drei versuchten Schraubengattungen 0,2, 0,4 0,5 Zoll, also bei der dicksten Sorte $2^1/_2$ Mal und bei der mittlern 2 Mal so groß als bei der dünnsten. Eine so bedeutende Verschiedenheit hätte ihren Einfluß sehr merkbar äußern müssen, wenn sie überhaupt von Einfluß wäre. Da aber die unter a) und b) erörterten Umstände schon genügen, um das gefundene Verhältniß zwischen der Haltkraft der verschiedenen Schrauben zu rechtfertigen, so ist es unmöglich, auch noch der Tiefe des Gewindes einen Einfluß zuzuschreiben.

Das Nämliche gilt auch

d) in Bezug auf die Anzahl der Schraubengänge, welche bei den drei angewandten Schraubengattungen 12, 15 und 27 auf die Länge eines Zolles betrug, also hinlängliche Verschiedenheit darbot, um ihren Einfluß auf die Haltkraft zu zeigen, wenn ein solcher vorhanden wäre.

5) Berechnet man die Größe der cylindrischen Zerreißungsfläche in Quadratzollen und dividirt durch diese das ausreißende Gewicht, so ergiebt sich als Quotient die Festigkeit des Holzes für einen Quadratzoll jener Fläche. Der Inhalt dieser Zerreißungsfläche wird aber gefunden, wenn man den äußern Umfang der Schraube (der dadurch gefunden wird, daß man den Durchmesser mit der beständigen Zahl $\pi = 3{,}1416$ multiplicirt) mit der Länge der Schraube im Holze multiplicirt. Ist nun in obiger Tabelle I. der Durchmesser d der Schraube = 0,23 Zoll, so ist der Umfang derselben $= d\pi = 0{,}23 \times 3{,}1416 = 0{,}722628$. Diesen Umfang multiplicirt man mit der Höhe der Fläche (d. h. der Tiefe der Schraube im Holze) = $^1/_2$ Zoll, mithin ist die cylindrische Zerreißungsfläche $= 0{,}722628 \times {}^1/_2 = 0{,}3613$.

Um nun die Festigkeit z. B. des Tannenholzes zu finden, dividire man das ausreißende Gewicht des Tannenholzes = 200,5 Pfund mit 0,3613, so erhält man als Quotienten für die Festigkeit dieser Holzgattung die Zahl 554.

Diese Festigkeit ist von ganz verschiedener Art, je nachdem die Schraube aus Längenholz oder aus Querholz ausgerissen wird. Im erstern Falle ist es der Seitenzusammenhang der Fasern, der überwunden werden muß, indem einige Fasern parallel mit ihrer Länge neben den übrigen weggeschoben werden. In Querholz dagegen muß die ausreißende Kraft die Fasern rechtwinklig auf ihre Länge abdrücken oder in gewissem Sinne abschneiden.

6) Da nun die Bedingungen bekannt sind, von welchen die Haltkraft der Schrauben im Holze abhängt, so unterliegt es keiner Schwierigkeit, für jede gegebene Schraube und jedes der versuchten Hölzer die zum Ausreißen nöthige Kraft zu berechnen. Es ergiebt sich nämlich dazu folgende Regel:

Man multiplicirt den Umfang der Schraube (auf dem äußersten Rande des Gewindes) mit der Länge des im Holze befindlichen Theils (beide Maße in Zollen ausgedrückt) und dieses Product noch mit der für 1 Quadratzoll gefundenen Festigkeit des Holzes, um die zum Ausreißen der Schraube nöthige Kraft in Pfunden zu erhalten.

Da hierbei jedesmal der Umfang der Schraube aus dem Durchmesser dadurch berechnet werden muß, daß man diesen Durchmesser mit der Zahl $\pi = 3{,}1416$ multiplicirt, so kann man bequemer die Festigkeit der Holzarten mit der Zahl π multipliciren.

Dann erhielt man in abgerundeten Zahlen für

	Längenholz.	Querholz.
Tannen	1790	2690
Linden	2440	3440
Weißbuchen . .	3590	5670
Rothbuchen . . .	2660	3800
Eichen	3160	3610

Hierdurch vereinfacht sich die Berechnungsregel auf folgende Weise.

Man multiplicire den Durchmesser der Schraube (mit Einschluß des Gewindes) mit der Länge des im Holze befindlichen Theils (beide im hannöver'schen Zollmaße) und das Product noch mit der dem Falle entsprechenden Zahl aus der oben zuletzt angeführten kleinen Tabelle. Das Resultat ist die Haltkraft der Schraube in kölnischen Pfunden.

§. 101.

Verdam theilt in seiner Werkzeugswissenschaft für die Berechnung der Tragkraft des Eisens folgende Formeln mit:

Das Tragevermögen für eine dauernde Belastung von gutem grauem Gußeisen, auf den rheinländischen Quadratzoll, in der Richtung seiner Länge, d. h. die absolute Festigkeit desselben ist:

= k = 15564 Pfund.

Setzt man dieses Tragvermögen = 1, so beträgt das des geschmiedeten Eisens 1,5, wir haben also für geschmiedetes Eisen . . = k = 23356 „

Man kann diese Werthe für mittelmäßig gutes Eisen ohne Gefahr annehmen; das beste schwedische Eisen, besonders das geschmiedete, ist viel stärker und trägt auf den Quadratzoll . . . . = k = 29120 „

Bester gehärteter Gußstahl trägt auf den Quadratzoll . . . . = k = 28392 „

Die Gewichte, welche an Metalldrähte gehängt werden können, sind verhältnißmäßig viel größer als diejenigen, die geschmiedete Stangen oder Stäbe tragen können; je dünner die Drähte sind, um so größer wird ihr Tragvermögen, mit welchem sie auf jeder Quadratlinie ihres Querschnittes belastet werden können. Man muß diese Erscheinung dem starken Zusammendrücken zuschreiben, welches auf der Oberfläche derselben während des Ziehens stattfindet; denn wenn dieses Zusammendrücken einen größeren Zusammenhang in der Richtung der Länge verursacht, so muß die absolute Festigkeit eines dünnen Drahtes größer als die eines dickeren sein, weil das erwähnte Zusammendrücken, welches bei jedem Drahte vielleicht $1/6$ Linie tief erfolgt, einen größeren Theil von der Dicke eines dünnen Drahtes als von der eines dicken in Anspruch nimmt. Dieses ist natürlich der Fall bei Stäben und Stangen, die nicht so dick sind als dicke Metalldrähte und an sich selbst im Vergleich zu dickeren Stäben doch größere Stärke haben. Da nun die Metalldrähte verhältnißmäßig stärker sind als das Stab- und Stangeneisen, so kann man an ein Bündel Drähte ein größeres Gewicht hängen als an eine Stange, deren Querschnitt der Summe der Querschnitte der Drähte gleich ist; aus diesem Grunde ist es besser, die Fahrbahn der Hängebrücken an Bündel

von Eisendraht als an Stangen und Ketten zu hängen, und zwar um so mehr, da die Anwendung der Drähte wohlfeiler ist.

Eisendraht von 1,85 Linien Durchmesser trägt ohne Gefahr auf die Quadratlinie seiner Durchschnittsfläche . . $197^1/_2$ — $207^1/_4$ Pfund.

Eisendraht von	4,14	Linien Durchmesser trägt wie vorhin	$187^1/_2$ "
" "	4,57	" " " " "	174 "
" "	5,84	" " " " "	168 "
" "	8,06	" " " " "	158 "

Nach den vorigen Angaben trägt das geschmiedete Eisen auf die □ Linie 162 Pfund, also weniger als die obigen Drahtsorten mit Ausnahme der letzteren, die wegen ihrer Stärke wie Stabeisen angenommen werden kann.

Für nachstehende Holzarten findet Verdam folgende Werthe für k, als

Eichenholz	k = 3931 Pfund.
Buchenholz	k = 2912 "
Ulmenholz	k = 3276 "
Rothtannenholz . . .	k = 3786 "
Weißtannenholz . .	k = 3577 "
Fichtenholz	k = 3931 "
Eschenholz	k = 2786 "

Wenn Metall- oder Holzstäbe nur so stark belastet werden sollen, daß ihre Holzfasern in keiner Art eine Zerstörung erleiden sollen, sondern kaum bis zum Maximum der Ausdehnung erspannen, so wird dies jeder Zeit stattfinden, wenn die Belastungen nach dem oben angegebenen Werthe von k angenommen werden. Für Gußeisen ist diese Ausdehnung, wenn wir sie u nennen:

$u = \frac{1}{1204}$ seine Länge oder . $u = 0{,}000830$

für geschmiedetes Eisen . . .	u = 0,000714
" Gußstahl	u = 0,001400
" Eichenholz	u = 0,002090
" Buchenholz	u = 0,001800
" Ulmenholz	u = 0,002430
" Rothtannenholz	u = 0,002130
" Weißtannenholz	u = 0,002000
" Fichtenholz	u = 0,002430
" Eschenholz	u = 0,002600

§. 102.

Es sei D das größte Tragvermögen eines Körpers und B die Beugung desselben in dem Puncte, wo die Last wirkt. Wenn der Körper mit einem Ende in einer Mauer befestigt und am andern Ende belastet wird, so hat man nach den verschiedenen Formen desselben folgende Formeln, um das Tragvermögen D und die Beugung B desselben zu berechnen; es sei l die Länge, d die verticale Höhe und b die horizontale Breite der Balken, so haben wir:

I. Wenn der Balken oder die Metallstange mit einem Ende in der Wand befestigt ist.

1) Wenn die verticalen Querschnitte der Balken oder Stäbe Parallelogramme sind.

a) Wenn der Balken allenthalben gleich breit und gleich hoch ist, d. h. wenn er ein Parallelepipedum ist, so ist

$$D = \frac{kb \, . \, d^2}{6l} \; . \; . \; . \; . \; 6) \quad B = \frac{2ul^2}{2d} \; . \; . \; . \; . \; 7)$$

b) Wenn die Länge dieselbe bleibt, aber die Breite im Verhältnisse der Länge abnimmt, so daß die Breite am freien Ende Null ist; der Balken ist alsdann ein Keil, der mit seinem Kopfe in der Wand befestigt ist, wie in Fig. 36; das Tragvermögen bleibt alsdann ungeändert, aber die Beugung wird

$$B = \frac{ul^2}{d} \; . \; . \; . \; . \; . \; 8)$$

c) Wenn bei einer gleichförmigen Dicke die Breite dergestalt abnimmt, daß sie am freien Ende $^1/_2$ oder $^1/_3$ der Breite an dem Puncte der Befestigung der Last beträgt, so erhält der Balken die Form eines abgestumpften Keiles, wie in Fig. 37; das Tragvermögen bleibt dann dasselbe aber die Beugung ändert sich, wenn nämlich

$$fg = {}^1/_2 \, ae, \text{ so ist } B = \frac{0{,}8 \, ul^2}{d} \; . \; . \; . \; . \; 9)$$

$$fg = {}^1/_3 \, ae, \text{ so ist } B = \frac{0{,}825 \, ul^2}{d} \; . \; . \; . \; . \; 10)$$

d) Das Tragvermögen wird noch ziemlich dasselbe bleiben, wenn bei gleicher Breite die Dicke im Verhältniß der Länge abnimmt, so daß sie am Ende $^1/_2$ oder $^2/_3$ des befestigten Endes beträgt; der Balken ist dann ebenfalls ein abgestumpfter Keil, aber in einer andern Lage, wie aus

Fig. 38 zu ersehen ist. Das Tragvermögen erleidet hierdurch keine merkliche Aenderung, wohl aber die Beugung; ist nämlich

$$gc = \frac{1}{2}\,ab,\ \text{so ist}\ B = \frac{1{,}09\,u\,l^2}{b} \quad \ldots\ 11)$$

$$gc = \frac{2}{3}\,ab,\ \text{so ist}\ B = \frac{0{,}895\,u\,l^2}{b} \quad \ldots\ 12)$$

2) Wenn der Durchschnitt des Balkens oder Stabes ein Quadrat ABCD Fig. 39 ist, dessen eine Diagonale CD vertical, während die andere AB horizontal ist, so ist sein Tragvermögen

$$D = \frac{0{,}119\,k\,d^3}{l} \quad \ldots\ 13)$$

wo d = einer der Seiten des Querschnittes, z. B. = AD ist.

3) Wenn der Durchschnitt ein Rhombus ABCD Fig. 40 ist, dessen horizontale Diagonale AB die Hälfte oder ein Drittel der verticalen CD beträgt, so ist, wenn

$$AB = \frac{1}{2}\,CD;\ D = \frac{0{,}19\,k\,d^3}{l} \quad \ldots\ 14)$$

$$AB = \frac{1}{3}\,CD;\ D = \frac{0{,}097\,k\,d^3}{l} \quad \ldots\ 15)$$

Es hat also dieser Stab, wenn AB = $\frac{1}{2}$ CD ist, eine gleiche Stärke mit dem in der vorigen Figur, wenn gleich er weniger Masse hat.

4) Wenn man dem Querschnitte die Gestalt einer Linse giebt, wie in Fig. 41, so wird das Tragvermögen, wenn

$$AB = \frac{1}{2}\,CD;\ D = \frac{0{,}025\,k\,d^3}{l} \quad \ldots\ 16)$$

$$AB = \frac{1}{3}\,CD;\ D = \frac{0{,}017\,k\,d^3}{l} \quad \ldots\ 17)$$

wo d = CD = der gemeinschaftlichen Sohle der begrenzenden Bogen ist.

5) Wenn der Durchschnitt ein bei C rechtwinkliges, gleichschenkliges Dreieck ABC Fig. 42 ist, dessen Grundlinie AB = b und dessen Höhe CD = d ist, so ist

$$D = \frac{0{,}339\,k\,b\,d^2}{l} = \frac{0{,}056\,k\,b\,d^2}{l} \quad \ldots\ 18)$$

Dieses Tragvermögen ist also $\frac{2}{3}$ kleiner als das eines quadratischen Stabes, und da der dreieckige Stab nur halb so viel Masse enthält als ein viereckiger, dessen Querschnitt mit einer der Seiten AC oder BC beschrieben ist, so ist bei Anwendung dreieckiger Stäbe oder Balken kein

Vortheil, es müßte denn die dreieckige Form durch Umstände besonders bedingt werden.

6) Wird von dem Dreiecke ABC Fig. 43 die Spitze abC abgeschnitten, daß $dC = \frac{1}{10}$ DC ist, so wird

$$D = \frac{0{,}037912\ k\,b\,d^2}{l} \quad \ldots .\ 19)$$

wo d = DC und nicht = Dd ist. Es verhält sich also die Tragkraft des dreieckigen Durchschnittes zu der eines in der bemerkten Art construirten Paralleltrapezes wie 1 : 1,027. Wird also die obere Kante C um $^1/_{10}$ der Höhe DC abgestumpft, so gewinnt der Balken an Tragkraft.

7) Ist der Durchschnitt ein reguläres Achteck, Fig. 44, so ist, wenn d = CD ist,

$$D = \frac{0{,}716\ k\,d^2}{b\,l} = \frac{0{,}119\ k\,d^2}{l} \quad \ldots .\ 20)$$

Der quadratische Durchschnitt AB würde ein Tragvermögen $= \frac{k\,d^3}{b\,l}$ haben; das Tragvermögen der viereckigen Stange verhält sich also zu dem des achteckigen Querschnittes wie 1 : 0,716, oder beinahe wie 1 : $^3/_4$; also ein Tragvermögen, welches beinahe um $^1/_4$ kleiner ist als dasjenige des viereckigen Durchschnittes, während doch das Achteck noch nicht $^1/_6$ weniger Inhalt als das Viereck hat.

8) Ein kreisrunder Durchschnitt Fig. 45 giebt

$$D = \frac{0{,}586\ k\,d^3}{b\,l} = \frac{0{,}098\ k\,d^3}{l} \quad \ldots .\ 21)$$

wo d der Durchmesser des Durchschnittes ist. Das Tragvermögen eines kreisrunden Balkens oder Stabes ist also ungefähr $^3/_5$ von demjenigen eines quadratischen Stabes, dessen Querschnitt AB um diesen Kreis beschrieben ist. Auch giebt ein viereckiger Durchschnitt von gleichem Inhalte eines kreisrunden ein größeres Tragvermögen, und zwar in dem Verhältnisse von 1,18 : 1.

9) Ein hohler Cylinder, dessen Querschnitt ein Ring Fig. 46 ist, dessen Dicke den fünften Theil des Durchmessers BD (= d) im Lichten beträgt, hat ein Tragvermögen

$$D = \frac{0{,}511\ k\,d^3}{b\,l} = \frac{0{,}085\ k\,d}{l} \quad \ldots .\ 22)$$

Der hohle Cylinder, der 0,26 weniger Masse als der massive enthält, hat nur 0,132 Tragvermögen weniger als der volle. Ein hohler Cylinder, dessen Ring eine Stärke $= \frac{1}{5}$ d des massiven Cylinders hat, wird mehr Stärke als letzterer besitzen, und zwar im Verhältniß von 1,7 : 1. Man gewinnt also mit hohlen Cylindern viel an Stärke und erspart im Verhältniß zu einem massiven Cylinder von gleicher Tragkraft bedeutend an Masse. Die Seiten eines quadratischen Stabes, der einen eben so großen Querschnitt als der hohle Cylinder hat, ist = 0,709 d, sein Tragvermögen ist also

$$D = \frac{k\,(0{,}709\,.\,d)^3}{bl} = \frac{0{,}3564\,.\,k\,d^3}{bl} \;.\;.\;.\;.\; 23)$$

Zu diesem Tragvermögen verhält sich also das des hohlen Cylinders = 145 : 1; der Cylinder ist also bedeutend stärker als der quadratische Stab.

10) Wenn der Durchschnitt ein Kreuz Fig. 47 ist, so ist das Tragvermögen

$$D = \frac{k}{bl}\,(c\,d^2 + b\,c^2 + c^2) \;.\;.\;.\;.\; 24)$$

Es ist hier die Länge der Arme, oder ab = b, ihre Höhe dc = d, und ihre allenthalben gleiche Breite oder Stärke = c. Sind die Arme ab und cd gleich lang, so wird b = d, mithin ist dann

$$D = \frac{k\,c}{b\,l}\,(d^2 + d\,c - c^2) \;.\;.\;.\;.\; 25)$$

Setzt man die Breite $c = \frac{1}{4}\,d$, so ist

$$D = \frac{0{,}3\,.\,k\,d^3}{b\,l} = 0{,}05\,.\,\frac{k\,d^3}{l} \;.\;.\;.\;.\; 26)$$

also ungefähr ein Drittheil des Tragvermögens, wenn der Querschnitt des umschriebenen Quadrats efgh wäre, während der Inhalt des Kreuzes nur 0,7 des Quadrates ist. Die Anwendung dieser Form gewährt in den meisten Fällen keinen Vortheil, und dennoch ist man in manchen Fällen genöthiget sie anzuwenden.

11) Unter der Form Fig. 48 kommen oft gegossene Stücke vor, die theils als Balken zum Tragen, theils als bewegende Theile in Maschinen dienen. Es sei die Höhe ab = d, die Breite der Arme bc = c, die Stärke ef in der Mitte = b, die Dicke ad = a, so ist das Tragvermögen

$$D = \frac{kbd^2}{6l} + \frac{ak(c-b)(3d^2 - bad + 4a^2)}{3ld} \quad \ldots . 27)$$

Um den Balken mehr Stärke zu geben, rundet man die innern Winkel des Kreuzes ab, oder man setzt sie mit Leisten aus, wie aus Fig. 49 ersichtlich ist.

II. Wenn die Balken oder Metallstangen an beiden Enden unterstützt sind, so gelten sämmtliche vorhin angeführte Gleichungen, jedoch mit Berücksichtigung folgender Sätze: Das Tragvermögen eines Balkens, der an beiden Enden unterstützt und in der Mitte belastet ist, ist viermal größer, als wenn derselbe Balken mit einem Ende in einer Mauer befestigt und an dem hervorragenden belastet wird. Das Tragvermögen in den vorigen Gleichungen muß also viermal größer angenommen werden, wenn die positive Festigkeit der denselben entsprechenden Balken ermittelt werden soll. Der zweite Satz, welcher hier in Anwendung kommt, ist folgender: Ein auf seiner ganzen freien Länge belasteter Balken hat ein doppeltes Tragvermögen, oder kann noch einmal so viel tragen, als wenn die Last in der Mitte oder an einem Ende, welches frei aus einer Mauer hervorsteht, oder endlich an beiden Enden, wenn die Unterstützung in der Mitte stattfindet, angebracht wäre; sie kann also achtmal größer angenommen werden als in den vorigen Gleichungen geschehen ist. — Was dagegen die Beugung betrifft, so finden hier folgende Abweichungen vom Vorigen statt:

1) Wenn ein Balken in der Mitte unterstützt ist, wie in Fig. 50, oder wenn ein großer Theil seiner Länge in einer Mauer befestigt ist, wie dieses z. B. bei Balcons bisweilen der Fall ist, so muß man zu der Beugung jedes Theiles Aa oder aB noch eine andere Beugung hinzu addiren, die durch die Beugung des gegenüber liegenden Theiles mitgetheilt wird; dieser additionelle Theil ist den Verhältnissen der Länge Aa und aB dergestalt proportional, daß, wenn man die Länge des gegenüberstehenden Theiles mit der Länge des belasteten Armes dividirt und den Quotienten f nennt, die ganze Beugung sein muß:

$$B = \frac{2\,ul^2}{3\,d}(1 + f) \quad \ldots\ldots 28)$$

Die Beugung für den Theil Aa ist also z. B.

$$B = \frac{2\,ul^2}{3\,d}\left(1 + \frac{aB}{aA}\right).$$

Wenn ein Balken, der mit einem Ende in einer Wand befestigt ist, über seine ganze Länge gleichmäßig belastet ist, so wird die Beugung nur $^3/_4$ von der Beugung betragen, die da stattfinden würde, wenn die ganze Last am freien Ende aufgehangen wäre.

3) Ein Balken, der an beiden Enden unterstützt oder befestigt und über seine ganze freie Länge gleichförmig belastet ist, hat in der Mitte nur $^5/_8$ der Beugung, die statthaben würde, wenn die ganze Belastung in der Mitte angebracht wäre. Die Beugung wird also dieselbe sein, wenn die ganze Last gleichmäßig über die ganze freie Länge vertheilt wird, oder wenn $^5/_8$ derselben in der Mitte angebracht werden.

III. Wir kommen endlich zur Angabe einiger Formeln, um die **negative** Festigkeit der Baumaterialien zu bestimmen; wir haben hierbei folgende Fälle zu betrachten:

1) Wenn die Länge eines Balkens, einer Stütze oder Säule das Vier- oder Fünffache ihrer kleinsten Dicke ist, so haben wir

a) für viereckige Stützen

$$D = \frac{kb \, . \, d}{4}, \quad . \; . \; . \; . \; 29)$$

und ist hier b die größte und d die kleinste Dimension des Querschnittes, nämlich Breite und Höhe;

b) für runde Säulen ist

$$D = 0{,}196 \, . \, kd^2, \quad . \; . \; . \; . \; 30)$$

wo d der Durchmesser des Durchschnittes ist.

2) Die beiden vorigen Formeln geben ein zu großes Resultat für den Fall, wenn die Länge beträchtlich ist. Um hier genau zu Werke zu gehen, muß man den Grad der Beugung bestimmen, der für eine gegebene Länge ohne Nachtheil zugelassen werden kann. Die Formeln werden alsdann aber sehr zusammengesetzt; um sie abzukürzen, sind sie hier für einen kleinen Grad der Beugung, der im allgemeinen nicht nachtheilig sein kann, berechnet; für Holzsorten sind ferner die Tragvermögen etwas geringer angenommen, weil das Holz erstens durch das Vermodern der Abnahme seiner Qualität ausgesetzt ist, zweitens weil eine Beugung, die beim Eisen z. B. noch nicht im geringsten nachtheilig ist, beim Holze für die Dauer unzuverlässig werden kann.

Für **Eisen** und die **Metalle** muß man setzen

$$D = \frac{kbd^3}{10 \, lu^2}, \quad . \; . \; . \; . \; 31)$$

und für Holz

$$D = \frac{k b d^3}{21 l^2 u}, \dots . 32)$$

k und u haben hier dieselben Bedeutungen wie oben. Sind die Querschnitte kreisförmig, so haben wir für Metalle

$$D = \frac{k d^4}{17 l^2 u}, \dots . 33)$$

und für Holz

$$D = \frac{k d^4}{34{,}7 l^2 u} \dots . 34)$$

3) Wenn man gußeiserne Säulen anwendet, um hochgelegene Theile eines Bauwerkes zu unterstützen, so macht man sie zur Ersparniß des Materials sehr häufig hohl; sie sind dann verhältnißmäßig stärker als massive, vorausgesetzt nämlich, daß die Quadratinhalte ihrer Querschnitte gleich sind. Für feststehende Säulen haben wir dann

$$D = \frac{k d^4}{21{,}25 l^2 u}, \dots . 35)$$

und für solche, die an Maschinen sich befinden und häufigen Erschütterungen ausgesetzt sind,

$$D = \frac{k d^4}{25{,}5 l^2 u} \dots . 36)$$

Für die gewöhnlichsten Fälle wird man mit diesen Formeln auskommen; in der Folge werden wir bisweilen Gelegenheit haben, von ihnen Anwendung zu machen, und werden wir, wo es erforderlich scheinen dürfte, noch mehrere hinzufügen.

§. 103.

Den Gebrauch der im vorigen Paragraph angeführten Gleichungen wollen wir durch einige Beispiele erläutern.

1) Eine gußeiserne Stange ist $1\frac{1}{2}$ Zoll breit, $3\frac{3}{4}$ Zoll hoch, mit einem Ende ist sie in einer Mauer befestigt und das andere ragt 17 Zoll hervor; wie stark kann sie an ihrem freien Ende für die Dauer belastet werden?

Wir müssen uns also der 6ten Gleichung bedienen und haben demnach

$$b = 1{,}5,\ d = 3{,}75,\ l = 17,\ k = 15564,$$

es ist also

$$D = \frac{15564 \cdot 1{,}5 \cdot (3{,}75)^2}{6 \cdot 17} = 3218 \text{ Pfund.}$$

Um die Beugung zu erhalten, die durch diese Belastung erzeugt wird, haben wir in der 7ten Gleichung: $u = 0{,}00083$, es ist also:

$$B = \frac{2 \cdot 0{,}00083 (17)^2}{3 \cdot 3{,}75} = 0{,}04264 \text{ Zoll,}$$

oder 0,51168 Linien.

2) An eine Stange von geschmiedetem Quadrateisen sollen 3000 Pfund an das freie Ende derselben, welches 24 Zoll aus einer Mauer hervorragt, gehangen werden, wie groß muß der Querschnitt derselben sein, wenn eine Diagonale desselben vertical sein, d. h. wenn die Stange über Eck in die Mauer befestigt werden soll?

Wir müssen uns der 13ten Gleichung bedienen und haben

$l = 24^4$, $D = 3000$, $k = 23346$.

Aus dieser Gleichung erhalten wir

$$d = \sqrt[3]{\frac{l\,D}{0{,}118\,k}}; \; . \; . \; . \; . \; 37)$$

substituiren wir in selbige die entsprechenden Werthe, so erhalten wir

$$d = \sqrt[3]{\frac{24 \cdot 3000}{0{,}118 \cdot 23346}} = 2{,}968 \text{ Zoll.}$$

Dieses ist die Länge der Diagonale DC Fig. 40, und aus selbiger die Seite AC des Querschnittes zu finden, haben wir

$$AC = \frac{2{,}968}{\sqrt{2}} = 2{,}099 \text{ Zoll.}$$

3) Eine eiserne, gegossene, linsenförmige Stange soll 5 Fuß — $6\frac{1}{2}$ Zoll frei liegen und in ihrer Mitte mit 7500 Pfund belastet werden, wie groß muß ihre Höhe sein, wenn sich die Höhe zur Breite wie 1 : 3 verhalten soll?

Die 17te Gleichung findet hier ihre Anwendung; da aber die Stange an beiden Enden unterstützt werden soll, so hat sie ein viermal größeres Tragvermögen, als wenn sie nur an einem Ende unterstützt ist; die 17te Gleichung ändert sich also für diesen Fall in folgende um:

$$D = \frac{4 \cdot 0{,}017 \cdot k d^3}{l} = \frac{0{,}068 \cdot k\,d^3}{l} \; . \; . \; . \; 38)$$

aus dieser Gleichung soll d entwickelt werden, wir haben also:

$$d = \sqrt[3]{\frac{lD}{0,068\ k}}, \ldots . 39)$$

es ist l = 3 Fuß $6^1/_2$ Zoll = 66,5 Zoll, D = 7500, k = 15564; wir haben also

$$d = \sqrt[3]{\frac{66,5 \ . \ 7500}{0,068 \ . \ 15564}} = 7,783 \text{ Zoll.}$$

Dieses ist die Höhe des Querschnittes, die Breite

$$= \frac{7,783}{3} = 1,594 \text{ Zoll.}$$

Wenn keine besondern Umstände die linsenartige Form des Durchschnittes bedingen und es bloß darauf ankommt, mit einem Querschnitte von einem gegebenen Inhalte einen möglichst tragbaren Balken zu construiren, so sind die viereckigen Querschnitte immer vortheilhafter. Der Quadratinhalt dieses linsenartigen Querschnittes beträgt 13,74 Quadratzoll; die Seiten eines Rechteckes also, welches denselben Quadratinhalt hat, dessen Seiten sich aber wie 1 : 3 verhalten, sind 2,143 und 6,429, die in dieser Art geformte gußeiserne Stange, wenn sie ebenfalls 66,5 Zoll frei liegt, würde nach der 9ten Gleichung ein Tragvermögen haben

$$D = \frac{4 \ . \ 15564 \ . \ 2,143 \ (6,429)^2}{b \ . \ 66,5} = 13860 \text{ Pfund.}$$

Würden wir den Seiten des Querschnittes dieses eisernen Balkens, so wie den hölzernen, das vortheilhafteste Verhältniß geben, daß sich nämlich die Höhe zur Breite des Querschnittes wie $\sqrt{2} : 1$ verhält, so sind die Seiten desselben 3,119 und 4,411; wir haben für diesen Fall:

$$D = \frac{4 \ . \ 15564 \ . \ 3,119 \ (4,411)^2}{b \ . \ 66,5} = 9464 \text{ Pfund.}$$

Verwandeln wir den linsenförmigen Querschnitt in ein Quadrat, so ist die Seite desselben = 3,71; liegt die Diagonale des Querschnitts senkrecht, so haben wir nach der 13ten Gleichung

$$D = \frac{4 \ . \ 0,118 \ . \ 15564 \ . \ (3,71)^3}{66,5} = 5640 \text{ Pfund.}$$

Legen wir dagegen diesen quadratischen Balken mit einer seiner Seitenflächen horizontal, so haben wir nach der 5ten Gleichung

$$D = \frac{4 \ . \ 15564 \ . \ (3,71)^3}{b \ . \ 66,5} = 2001 \text{ Pfund.}$$

Nehmen wir ferner an, der eiserne Balken habe einen vierseitigen Querschnitt, dessen Breite der Breite der Linse und dessen Höhe der Höhe derselben gleich ist, so haben wir

$$D = \frac{4 \,.\, 15564 \,.\, 2{,}594\,(7{,}783)^2}{b \,.\, 66{,}5} = 19970 \text{ Pfund.}$$

Wir sehen hieraus, daß unter den hier angenommenen Querschnitten bei gleichem Kubikinhalte die quadratischen die unvortheilhaftesten, dagegen die parallelogrammatischen die vortheilhaftesten sind, und zwar um so mehr, je größer der Unterschied der Seiten ist; jedoch muß hier mit der Verschmälerung der Breite nicht zu weit gegangen werden.

Um den Quadratinhalt der Linse acfe Fig. 51 zu finden, muß der Kreisausschnitt cgea berechnet und von diesem das △ cge abgezogen werden, so bleibt der Abschnitt cbea übrig, dieser doppelt genommen ist der Quadratinhalt der Linse. Um den Radius ag des Bogens cae zu finden, haben wir:

$$\begin{array}{l|l} ab : bc = bc : bd & b = 2{,}594 \\ \tfrac{1}{2}b : \tfrac{1}{2}d = \tfrac{1}{2}d : bd & d = 7{,}783 \\ & r = ag \end{array}$$

es ist also

$$bd = \frac{d}{2b} = 11{,}676$$

folglich ist

$$\begin{aligned} ad = 2r = ab + bd &= \tfrac{1}{2}b + 11{,}676 \\ &= 1{,}297 + 11{,}676 \\ &= 12{,}973 \end{aligned}$$

$$ag = r = \frac{ad}{2} = \frac{12{,}973}{2} = 6{,}486$$

Wir müssen ferner den Winkel cge suchen, zu dem Ende ist

$$\operatorname{Sin} \alpha = \frac{cb}{r} = \frac{d}{2r} = \frac{7{,}783}{12{,}973}$$

also $\alpha = 36^0 - 32$ Fuß $= 36{,}866^0$

und $< cge = 73{,}733^0$.

Der Quadratinhalt F des Abschnittes cge ist

$$F = \frac{nr^2\, r}{360} = \frac{73{,}733\,(6{,}486)^2 \,.\, 3{,}1415}{360} = 27{,}06 \;\square\text{Zoll.}$$

Der Quadratinhalt f des Dreiecks cge ist

$$f = \frac{d \,.\, gb}{2};$$

es ist aber $gb = bd - r = 11,676 - 6,486 = 5,190$,

also $f = \frac{7,783 \cdot 5,190}{2} = 20,172$.

Der Quadratinhalt F des Abschnittes cbea ist also

$$F' = F - f = 27,06 - 20,19 = 6,87.$$

Der Quadratinhalt Q der ganzen Linse ist also

$$Q = 2 \cdot 6,87 = 13,74.$$

4) Wie groß ist das Gewicht, welches eine geschmiedete achteckige Stange in ihrer Mitte tragen kann, wenn sie an beiden Enden unterstützt ist, 4 Fuß + 6 Zoll frei liegt und ihre ganze Dicke 3 Zoll beträgt?

Wegen der 20sten Gleichung haben wir also

$$D = \frac{4 \cdot 0,119 \cdot 23346 \cdot 3^3}{54} = 1852 \text{ Pfund.}$$

Wäre der Stab dagegen quadratisch, so hätten wir nach der 5ten Gleichung

$$D = \frac{4 \cdot 23346 \cdot 3^3}{6 \cdot 54} = 2593 \text{ Pfund.}$$

Um die Beugung des achteckigen Stabes zu schätzen, haben wir keine Gleichung. Zur Ermittelung derselben pflegt man sich der 7ten Gleichung zu bedienen, die für einen vierkantigen Stab abgeleitet ist; denn das achteckige Stück trägt zwar ein geringeres Gewicht in der Mitte als ein viereckiges, aber es ist auch schwächer und deshalb mehr zur Beugung geneigt als der viereckige Stab; folglich verursacht das kleinere Gewicht bei dem achteckigen mehr biegsamen Stabe ungefähr dieselbe Beugung wie bei dem viereckigen, der zwar ein größeres Tragvermögen besitzt, aber weniger biegsam ist. Ein viereckiger, an einem Ende befestigter Stab hat eine Beugung $= \frac{2\,u l^2}{3\,d}$; in der Stellung, in der wir den Stab betrachtet haben, besitzt er ein vierfaches Tragvermögen und also eine viermal kleinere Beugung, die folglich $= \frac{u\,l^2}{6\,d}$ ist, und diese Beugung wird auch, wenn nicht die schärfste Genauigkeit erfordert wird, der achteckige Balken haben; es ist also

$$D = \frac{0,000714 \cdot (54)^2}{6 \cdot 3} = 0,1156 \text{ Zoll.}$$

Von dem Blei, Zink, Kupfer und Messing.

§. 104.

Vom Blei. Dieses Metall ist unter den unedlen Metallen das schwerste. Sein specifisches Gewicht, das Gewicht des Regenwassers = 1 gesetzt, ist nach Brisson = 11,352. Es ist von bläulich grauer Farbe und vielem Glanz; es schmilzt bei einem geringen Hitzgrade, bevor es zum Glühen kommt. Es kommt in der Natur selten gediegen vor und nur in sehr geringen Mengen, es muß daher größtentheils aus seinen Erzen gewonnen werden.

Im Handel unterscheidet man drei Sorten Blei:

1) Muldenblei; es hat diesen Namen nach seiner Gestalt und wird aus gleichem Grunde auch Block-, Klumpen- und Gießblei genannt. 2) Rollenblei, ist ein in Tafeln geformtes Blockblei, die zusammengerollt sind. 3) Fensterblei, wovon man zwei Sorten: gemeines Fensterblei und Karnießblei hat.

Das Muldenblei dient zur Befestigung des Eisenwerkes in den Steinen, zum Vergießen der eisernen Klammern, Zapfen, Thürhaken, Ringe, wie auch zum Gießen bleierner Brunnenröhren, zu Wasserleitungen, zum Gießen der Fensterbleie u. s. w.

Das Rollenblei dient zum Decken der Dächer großer Gebäude, Kirchendächer, Kuppeln, zum Beschlagen der Dachfenstersäulen, zu Dachrinnen u. dgl.

Das Blei hat bei allen Gegenständen, zu denen es in der Baukunst verwendet wird, große Dauer; nur darf es nicht zu solchen Gegenständen verwendet werden, in denen Stoffe zum Genuß der Menschen und Thiere bereitet werden sollen; also nicht zu Brenn- und Braugeschirren. Denn das Blei oxydirt sich und bildet erst einen grauen und dann einen weißen Bleikalk, der als ein schädliches Gift auf den menschlichen Organismus wirkt.

Bei Wasserleitungen, die aus bleiernen Röhren hergestellt werden, ist jedoch keine Vergiftung zu befürchten, indem sich in den Röhrenleitungen immer diejenigen Erdtheile, die das Wasser mit sich führt, mit dem Bleioxyde verbinden und eine unauflösliche Rinde bilden und sich ohnedem der Bleikalk nicht im kalten Wasser auflös't.

§. 105.

Vom Zink oder Spiauter. Das Zink ist ein bläulich weißes Metall, das zwischen den dehnbaren und spröden Metallen mitten inne steht, also halb geschmeidig ist. Es wurde erst in der neuern Zeit in metallischer Form aus dem Galmei hergestellt. Dieses Metall ist ziemlich dehnbar, läßt sich in dünne Blechplatten walzen und hat dadurch seine Anwendung in der Baukunst gefunden. Vermöge dieser Eigenschaft benutzt man es zum Decken der Dächer, wo es sich zwar dauerhaft erweis't, aber dem Bleie nachsteht; man hat nämlich gefunden, daß der Zink, wenn er längere Zeit auf Dächern gelegen hat, so durchlöchert wird, als wenn er mit Nadelstichen durchbohrt worden wäre, welcher Fall aber erst nach sehr langer Zeit eintritt. Dieser Fehler rührt von einem geringen Gehalt von Eisen her, welches oxydirt und dann zu kleinen Löchern Veranlassung giebt.

Das im Handel vorkommende Zink ist nie ganz rein, sondern enthält immer mehr oder weniger Eisen, wodurch es spröde oder brüchig wird; soll es gefalzt werden, so muß es bis zur Temperatur des kochenden Wassers und noch einige Grade darüber, auf 80—90° R., erhitzt werden, da es sich dann falzen, schmieden und zu Blech walzen läßt. Im Handel kommt das Zink vornehmlich in Platten vor, weil es mehrentheils als Blech verarbeitet wird.

Auf der Hütte zu Aschenrain in Tyrol werden folgende Bleche fabricirt:

Nr.	1.	1 □Fuß wiegt		9	Pfund	8	Loth,	Stärke	0,169 Zoll
=	2.	=	=	= 5	=	7	=	=	0,141 =
=	3.	=	=	= 4	=	20	=	=	0,104 =
=	4.	=	=	= 4	=	3	=	=	0,092 =
=	5.	=	=	= 3	=	7	=	=	0,073 =
=	6.	=	=	= 2	=	10	=	=	0,052 =
=	7.	=	=	= 1	=	28	=	=	0,042 =
=	8.	=	=	= 1	=	15	=	=	0,033 =
=	9.	=	=	= 1	=	9	=	=	0,029 =
=	10.	=	=	= 1	=	3	=	=	0,025 =
=	11.	=	=	= —	=	29	=	=	0,020 =
=	12.	=	=	= —	=	25	=	=	0,017 =
=	13.	=	=	= —	=	19	=	=	0,013 =

Nr. 14.	1 □Fuß	wiegt	—	Pfund	16	Loth,	Stärke	0,011 Zoll
„ 15.	„	„	—	„	10	„	„	0,007 „
„ 16.	„	„	—	„	8	„	„	0,0056 „
„ 17.	„	„	—	„	4	„	„	0,0028 „
„ 18.	„	„	—	„	$1\frac{1}{2}$	„	„	0,0011 „

§. 106.

Von dem Kupfer. Das Kupfer ist nächst dem Eisen das nützlichste Metall; es ist von rother Farbe, welche nach der Reinheit desselben verschieden ist. Es ist ziemlich hart, elastisch und sehr dehnbar. Man benutzt es vornehmlich als Blech zum Beschlagen der Schiffe, zum Decken der Dächer. Bei Maschinenbauten bedient man sich des Kupfers zum Ueberkupfern des Eisens, um es gegen Rost zu schützen, und zu Zapfenlagern, um die Friction zu vermindern; ferner zu solchen Theilen, die, wenn sie von Eisen oder Stahl angefertigt wären, Funken geben würden. Wegen seiner guten Wärmeleitung und schweren Oxydirbarkeit benutzt man es auch zu allen Arten größeren und kleineren Pfannen und Kesseln, und namentlich zu solchen Kesseln, die im Innern einen starken Druck auszuhalten haben.

Im Handel kommt das Kupfer theils als Rosettenkupfer, theils im hammergaren Zustande, theils als Blech oder Draht vor. Von dem Kupferbleche werden vornehmlich 3 Gattungen fabricirt:

1) Flick- oder Rollkupfer, $\frac{1}{4}$ Linie stark, 1 □Fuß wiegt $\frac{3}{4}$ Pfd.
2) Dachblech . . . . $\frac{1}{3}$ „ „ — „ „ 1 „
3) Rinnblech . . . . $\frac{1}{2}$ „ „ — „ „ $1\frac{1}{2}$ „

Diese Tafeln werden 27 bis 30 Zoll breit und gewöhnlich 5 Fuß lang gemacht.

4) Das Schlauchblech, welches stärker als Rinnblech ist, ist 10 bis 18 Zoll breit und 5 Fuß lang.

5) Das Schiffblech hat die Stärke des Dachbleches und ist 6 bis 8 Fuß lang und $2\frac{1}{2}$ Fuß breit.

6) Die Kesselbleche werden von verschiedener Länge und Breite gemacht.

§. 107.

Von dem Messing. Unter Messing versteht man im allgemeinen eine aus Kupfer und Zink zusammengesetzte Legirung. Es hat eine

gelbe goldähnliche Farbe, ist dehnbarer und geschmeidiger, leichter zu gießen und an der Luft unveränderlicher, in der Glühhitze spröder und schmilzt bei einer niederern Temperatur als Kupfer. Gemeiniglich beträgt der Zinkgehalt im Messing $27\frac{1}{2}$ — 35%; die schlechteren Sorten enthalten bedeutend mehr Zink. — Wird die Oberfläche des Messings mit kaustischem Ammoniak gewaschen, so wird es weiß, weil das Kupfer vom Kali eher aufgelös't wird als das Zink, welches zurückbleibt; wäscht man es dagegen mit verdünnter Salzsäure, so lös't sich der Zink vor dem Kupfer auf und das Messing wird roth.

In der Baukunst dient das Messing zu allerlei Verzierungen an Fenstern und Thüren der Gebäude, an Treppengeländern, Wasserhähnen an Brunnen und Gefäßen. Mit dem daraus gewalzten Bleche werden Dächer gedeckt, Eisenwaaren überzogen u. s. w.

§. 108.

Vom Rohr und Stroh.

Das Schilf- oder Deckrohr wird hauptsächlich zum Eindecken der Dächer der Landgebäude und zum Berohren der Decken und des Holzwerkes verwendet. Zum Dachdecken kommt es mit der Schale sammt den Blättern in Anwendung und hinsichtlich der Dauer hat es einen großen Vorzug vor dem Stroh. Man verwendet hierzu das kürzeste, welches etwa 3 Fuß lang ist und in Bunden verkauft wird, das Bund etwa $1\frac{1}{2}$ Kubikfuß gerechnet. Zum Berohren wählt man das beste geradeste und schönste aus. Gutes Rohr muß völlig ausgewachsen sein, welches man zum Theil schon an den auf dem Standorte abgetrockneten Blättern und dem fast strohgelben unteren Theile des Halmes erkennen kann. Vor dem Gebrauch darf das Rohr nicht lange aufbewahrt werden, weil es sonst austrocknet und bricht, mithin unbrauchbar wird.

Zum Decken der Dächer und den Rapparbeiten mit Stroh ist das Roggenstroh seiner größern Länge und Biegsamkeit wegen allen andern vorzuziehen.

Vom Glase.

§. 109.

Das Glas ist in seiner Güte und dem Ansehen nach sehr verschieden. Für das Bauwesen ist das Tafelglas von Wichtigkeit. Das Glas ist ein Product der Kunst und wird in den dazu besonders eingerichteten

Glashütten von den Glasbläsern bereitet. Die Grundstoffe, die zur Glasbereitung gebraucht werden, sind reiner Kiesel, Alkalien, Kreide, Arsenik und Schwefel, die in einer außerordentlichen Hitze zusammengeschmolzen werden.

Das Glas, welches in Gebäuden zu Fensterglas benutzt wird, muß rein und weder körnig noch streifig, sondern vielmehr recht weiß, eben und ohne Buckeln, Wellen und Blasen sein.

Behufs der Bereitung des Tafelglases verwandelt der Glasmacher eine große Glaskugel durch öfteres Schwingen an seinem Blasrohre in einen Cylinder, den er Düte nennt und der vor dem Blasrohre sowohl als an dem entgegengesetzten Ende, welches der Boden der Düte heißt, gewölbt ist.

Sein Gehülfe steckt einen eisernen Haken in das Wasser und berührt mit dem Haken die Düte an demjenigen Orte, wo die Wölbung des Bodens anfängt, bloß an einem einzigen Puncte. Er schlägt gegen die Mitte des Bodens und dieser rändelt sich an demjenigen Orte ab, wo der Gehülfe die Düte an einem einzigen Punkte berührt hat. Ist nun die Düte offen, so fährt der Gehülfe in die Oeffnung mit einem erwärmten eisernen Bolzen, welcher ziemlich so dick ist als die Düte, und rändelt sie völlig zur Walze. Hierauf bringt man die Düte in den Kühlofen, worin sie so lange liegen bleibt, bis so viele Düten fertig sind, daß ein Streckofen damit angefüllt werden kann. Alsdann nimmt der Glasmacher eine Düte nach der andern mit einer Zange aus dem Kühlofen, steckt sie auf eine erhitzte eiserne Stange, wälzt die Düte auf dieser Stange und sprengt zugleich die obere Wölbung an dem Orte ab, wo sie ihren Anfang nimmt. Dann legt er die Düte auf eine heiße eiserne Platte, hält ein nasses Eisen oben an den Rand der Düte und giebt ihr einen schwachen Schlag, wodurch sie einen Riß nach der Länge erhält und sie sich durch ihre eigene Schwere auf der Platte ausbreitet und in dem Streckofen vollends geebnet wird.

Von den Farben.

§. 110.

Diejenigen Farben, welche bei den Gebäuden zum Anstrich derselben oder deren einzelnen Theilen verwendet werden, sind sämmtlich mineralischen Ursprungs und können daher im allgemeinen auch Erdfarben genannt werden. Sie sind entweder Producte der Natur oder Producte der

Kunst und können daher in **natürliche** und in **künstliche** Erdfarben eingetheilt werden. Streng genommen sind jedoch nur diejenigen Farben, welche, als Producte der Kunst, reine Metallkalke in Verbindung mit Säuren sind, **Mineralfarben** zu nennen, während die in der Natur vorkommenden Erdfarben aus Metalloxyden vermengt bestehen. Je nachdem nun wieder das Vehikel ist, mit dem sie zusammengemengt werden, um sie auf Wände, Bretter, Thüren u. s. w. auftragen zu können, heißen sie entweder **Wasserfarben**, wenn sie mit bloßem Wasser behandelt werden, und befindet sich der bessern Haltbarkeit wegen in dem Wasser noch Tischlerleim aufgelös't, so heißen sie **Leimfarben**; werden sie aber in Oel abgerieben und damit aufgetragen, so werden sie **Oelfarben** genannt.

Nicht alle Farben können gleich behandelt werden, d. h. nicht alle Farben taugen zu **Leimfarben** und auch nicht alle zu **Oelfarben**.

Die meisten Erdfarben, die man gewöhnlich zum Anstrich der Gebäude von außen benutzt, sind als Oelfarben untauglich, weil ihnen größtentheils das nöthige Feuer fehlt; sie eignen sich daher, wenn sie dennoch zu Oelfarben verwendet werden, entweder nur zu Grundfarben oder nur zum Anstreichen von Dachrinnen und solchen Gebäuden, bei denen nur auf Dauer und nicht auf Schönheit gesehen werden darf. — Im Gegentheil sind nicht alle Metallkalke zu Wasserfarben anwendbar, besonders wenn sie auf Kalk aufgetragen werden sollen, da dieser sie oft ändert oder gänzlich zerstört.

Die mit Wasser, Leim oder Oel zubereiteten Farben können auf vielfache Art untereinander gemischt und aus den Hauptfarben Nebenfarben erzeugt werden. Es folgen nun hier die vorzüglichsten Farben, die bei den Anstreicherarbeiten der Gebäude vorkommen können.

Bleiweiß ist ein durch Kunst erzeugtes kohlensaures Bleioxyd, das auf folgende Weise bereitet wird: In einen steinernen Krug wird Essig gegossen und in einer Entfernung von etwa 2 Zoll über demselben auf ein hölzernes Kreuz eine Bleirolle gestellt, die ungefähr 6 Fuß lang, $^1/_2$ Fuß breit, 0,1 Zoll stark und lose zusammengerollt ist, so daß allenthalben $^1/_4$ Zoll Zwischenraum vorhanden ist. Das Gefäß wird mit einem bleiernen Deckel verdeckt und bei besonderer Absperrung der atmosphärischen Luft einer Temperatur von 45° Reaumur ausgesetzt. Dieses kann nun entweder in eigends dazu eingerichteten Oefen geschehen, oder dadurch, daß man die Töpfe in gehacktes Stroh setzt, welches mit Pferdeurin oder

Mistjauche übergossen wird, oder in Gerberlohe, oder endlich in Mist. Zur Darstellung des Bleiweißes ist die Gegenwart von kohlensaurem Gas ein wesentliches Erforderniß; man sucht dieses dadurch zu erzeugen, daß man dem Essig kohlenstoffhaltige Substanzen, als Weinhefe, Maische, saures Bier u. dgl. m. zusetzt. Nach 4 bis 6 Wochen ist die Oberfläche des Bleies mit einer Rinde von Bleiweiß überdeckt. Es werden nun die Mistbeete auseinander genommen und das Bleiweiß von den Platten abgeklopft.

Hierbei ist **erstens** zu berücksichtigen, daß die Platten nur so dick angenommen werden, daß sie sich gänzlich in Bleiweiß verwandeln; denn ist dieses nicht der Fall und bleibt noch etwas metallisches Blei beim Reinigen der Platten zurück, so kommen sehr feine Theile desselben zwischen das Bleiweiß, und dasjenige Bleiweiß, welches unmittelbar am Bleie sitzt, hat immer einen bedeutenden Stich in's Gelbe; **zweitens** lehrt die Erfahrung, daß bei einer Temperatur unter 35° das Bleiweiß immer mit grauen metallischen Bleitheilen gemischt ist; ist dagegen die Temperatur höher als 50°, so wird es gelblich; demnach muß die Temperatur in den Töpfen nicht viel von 40 Graden verschieden sein. Dies ist die holländische Bleiweißbereitung.

In Frankreich und Schweden benutzt man die von **Brechoz** und **Lesueur** angegebene Bereitungsart; man leitet nämlich durch eine Auflösung von basisch-essigsaurem Bleioxyd einen Strom Kohlensäure, wobei sich das Bleiweiß niederschlägt; es ist weißer und feiner als das nach der ersten Bereitungsweise gewonnene; soll aber schlechter decken.

Im allgemeinen ist das Bleiweiß um so vorzüglicher, je reiner weiß seine Farbe und je schwerer es ist. Häufig wird es dadurch verfälscht, daß man ihm fein geriebenen Schwerspath beimengt; man erkennt diese Verfälschung sehr leicht, wenn man es mit verdünnter Salpetersäure übergießt, die das Bleiweiß auflös't und den Schwerspath zurückläßt.

Schieferweiß ist das unveränderte Bleiweiß, wie es aus den Fabriken kommt; es ist nie vollkommen weiß. Wird es für sich gemahlen und mittelst sehr verdünnten Leimes in viereckige Posten gebracht, so heißt es, nach der Stadt Krems, wo es zuerst bereitet wurde, **Kremserweiß**.

Weiß, Kalkweiß. Hierzu dient reiner fester weißer Kalk, namentlich der Muschelkalk. In Wien bedient man sich zum Weißen der Zimmer eines aus Schnecken- und Eierschalen gebrannten Kalkes. Soll

die Weiße etwas bläulich werden, so mengt man etwas fein gepulvertes Beinschwarz darunter.

Ferner: Grundkreide, weiße Kreide, und wenn die Wand einigen Glanz bekommen soll, Pfeifenerde, die mit Seife vermischt wird.

Der bessern Haltbarkeit wegen sollte diesen Stoffen etwas Tischlerleim oder Seife zugesetzt werden.

§. 111.

Mineralgelb entdeckte der englische Chemiker Turner; er fand nämlich, daß Bleiglätte, mit $^1/_4$ Kochsalz zusammengerieben, im Wasser aufschwillt, einen weißen Niederschlag giebt, der, wenn er ausgewaschen, getrocknet und geglüht wird, eine gelbe Farbe annimmt. Joh. Flügge in Cassel war der Erste, der sie nachmachte, und so wird sie auch Casselergelb genannt. In Oel und Leim anwendbar.

Braun und Gelb. Die braunen und gelben Farben bereitet man gewöhnlich durch Eisenockerarten oder Umbra. Darnach erhält man:

1) Strohgelb aus lichtem Eisenocker, sogenannter gelber Kreide und Kalkweiß auf Kalk; in Oel und Leim aber aus Bleiweiß und solchem Ocker.

2) Erbsengelb, auf Eisenvitriol und Kalkweiß auf Kalk. Man löse nämlich gewöhnlichen grünen Eisenvitriol auf und vermische damit Kalkmilch so lange, bis sich dieselbe so verdünnt hat, daß sie zum Anstrich brauchbar ist. Alsdann untersucht man die Farbe durch einige Pinselstriche auf der Wand, die man trocknen läßt, und setzt je nach Wunsch der Farbe entweder mehr Kalk oder Eisenauflösung zu. Diese Farbe hat den Vortheil, daß sich der Kalk mit der Farbe innig verbindet und nicht ablös't. In Oel und Leim wird diese Farbe aus lichtem Ocker, von dem ein kleiner Theil vorher gebrannt werden muß, und Bleiweiß hergestellt.

3) Grünlichgelb auf Kalk, aus Kienruß und lichtem Ocker. In Oel und Leim aus lichtem Ocker mit etwas Kienruß und Bleiweiß, oder noch auf Kalk aus lichtem Ocker, Kalkweiß und Braunschweigergrün, und in Oel aus lichtem Ocker, Bleiweiß und Braunschweigergrün.

4) Braun oder bräunlich auf Kalk, aus Kalkweiß, Pfeifenerde und Umbra.

Das Schüttgelb ist sehr feine Kreide, Thon oder ein Gemenge von beiden, die mit dem gelben Niederschlage, den man aus einem Ab-

sud von Curcume, Saftgrün, Gelbbeeren oder einer andern gefärbten Pflanze durch Zusatz von Alaun erhält. Die Masse wird noch feucht in trichterartige Formen gedrückt, weshalb die Waare in kegelförmigen Stücken in den Handel kommt. Es wurde zuerst in Holland fabricirt. Ist in Oel und Leim anwendbar.

Chromgelb, eine aus Bleioxyd darstellbare Farbe. Wenn salpetersaures Bleioxyd mit chromsaurem Kali niedergeschlagen wird, so erfolgt ein schöner dunkelgelber Niederschlag, dessen Farbe heller oder dunkler ausfällt, je nachdem die Auflösung, aus welcher er niedergeschlagen wurde, mehr oder weniger gesättigt war. Hatte sie überflüssige Säure, so ist der Niederschlag citrongelb; war sie neutral, so hat er eine orangengelbe Farbe, und hat er einen Ueberschuß von Kali, so ist er dunkelgelb oder tiefroth. Die Farbennüançen wechseln auch, je nachdem das Niederschlagen in kalter oder warmer Auflösung geschehen ist; jedoch verschwindet die dunkle Farbe, die es in der Wärme annimmt. Diese Verbindung ist in Säuren wenig löslich, ist ohne Geruch und Geschmack und im Lichte unveränderlich. Dieser Niederschlag eignet sich demnach sehr wohl zu einer schätzenswerthen Farbe, weil sie sich sehr leicht mit andern Farben vermischen läßt. Im Handel wird sie häufig durch Beimengung von Quarz, Gyps, Schwerspath und Thonerde verunreinigt. Das reine wird auch unter dem Namen chromsaures Blei verkauft; das gemengte unter dem Namen Cölnergelb.

Neapelgelb ist eine schöne gelbe Farbe, die um das Jahr 1750 in Neapel erfunden wurde. C. Brunner in Bera bereitet sie folgendermaßen: Durch mehrfaches Umkrystallisiren werden Brechweinstein und salpetersaures Bleioxyd gereinigt und gepulvert, dann werden 1 Theil von ersterm, 2 Theile von letzterem mit 4 Theilen trocknem gepulvertem Kochsalz in einem hessischen Tiegel 2 Stunden lang so stark geglüht, daß das Salz in Fluß kommt. Nachdem die Masse erkaltet ist, wird das Salz ausgewaschen, so ist der Rückstand orangegelb, wenn der Hitzgrad richtig eingehalten wurde, bei stärkerer Hitze citronengelb und bei noch stärkerer schwefelgelb. Das Neapelgelb wird vornehmlich zur Oelmalerei benutzt.

Auripigment oder Operment wird aus Arsenik bereitet, wenn derselbe mit Schwefel zusammen geschmolzen wird; hierzu werden 25 Theile weißer Arsenik und 18 Theile Schwefel genommen; das Arsenik verliert dabei seinen Sauerstoff, der mit einem Theile des Schwefels zu Schwe-

felsäure sich verbindet und als solche sich verflüchtigt, während der Rest des Schwefels mit dem Arsenik zu einem Sulphide sich verbindet und diese schöne prägnante Goldfarbe darstellt. Es bildet so eine feste glänzende Masse, die namentlich in der Oelmalerei benutzt wird; doch darf das Auripigment mit keiner bleihaltigen Farbe in Berührung kommen, weil sie dann zersetzt und somit ihr Ansehen verlieren würde. Das feinste und pulverisirte führt den Namen Königsgelb und kommt auch in der Natur als gelbe Arsenikblende vor, da es dann Rauschgelb genannt wird; es ist von schöner citronengelber Farbe, aber nur selten echt zu erhalten. — Das Auripigment wird auch mineralischer Sandarak genannt.

§. 112.

Grün. Auf Kalk grüne Erde oder lichter Ocker, Kalkwasser und gelbe Erde.

In Oel sind folgende grüne Farben anwendbar, als: Grünspan, Bremergrün, Braunschweigergrün, Schweinfurtergrün, Wienergrün, Scheel'sches Grün und Berggrün; die auch auf Kalk angewendet werden können.

Die Grünerde kommt im Handel in derben Stücken vor; ist seladongrün, hat selten einen Stich in's Schwärzliche oder Olivengrüne, sie ist von außen meist platt, gewöhnlich wenig glänzend und schimmernd, im Innern stets matt, von erdigem Bruch und durchsichtig, der Strich verändert die Farbe nicht, giebt aber einigen Glanz; sie fühlt sich wenig fett an, hängt etwas an der Zunge an und ist wenig abfärbend. Hauptbestandtheile sind Kieselerde und Eisenoxydul-Oxydhydrat, woher sie ihre Farbe hat. Als Wasserfarbe ist sie luftbeständig, aber weniger schön als die aus Kupferoxyden präparirten Farben. Als Oelfarbe wird sie mit Bleiweiß versetzt, weil sie sonst zu sehr nachdunkelt. Mäßig geglüht wird sie braunroth.

Grünspan ist ein Kupferoxyd, welches auf verschiedene Arten gewonnen wird. In der Gegend von Grenoble wird der Grünspan durch Bespritzen des Kupfers mit Essig bereitet; in Schweden schichtet man Kupferplatten zwischen dickes Tuch, welches mit Essig getränkt ist. Der so gewonnene Grünspan ist grün. — Der blaue Grünspan besteht aus einer Menge feiner Krystallschuppen und giebt ein schönes hellblaues Pulver.

Braunschweigergrün ist ein basisches salzsaures Kupferoxyd, welches erhalten wird, wenn man salzsaures Kupfer mit kaustischem Kali

unvollkommen niederschlägt; der grüne schleimige Niederschlag ist dann diese Farbe. Aehnliche Kupferoxydverbindungen sind das französische und Magdeburgergrün.

Das Bremergrün ist ein kohlensaures mit Kreide gemischtes Kupferoxyd; die Mischung hat aber das bestimmte Verhältniß von $^2/_3$ Kupferoxyd und $^1/_3$ Kreide.

Das Schweinfurtergrün wurde in Schweinfurt 1814 von Satter und Ruß erfunden, aus deren Fabrik jetzt noch das beste bezogen wird. Es ist die schönste, lebhafteste grüne Malerfarbe und widersteht auch der Luft sehr gut. Man lös't neutrales essigsaures Kupferoxyd in Wasser von 30 — 40° Réaum. auf; siedendes Wasser würde es in Braunroth verwandeln. Dieser Auflösung setzt man allmählich so lange gepulverte arsenige Säure zu, bis die Mischung die verlangte Schattirung von Grün hat, die um so heller wird, je mehr arsenige Säure genommen wird. Gewöhnlich nimmt man 9 — 11 Theile essigsaures Kupferoxyd auf 8 Theile arsenige Säure. — Nimmt man zur Bereitung dieser Farbe Grünspan, so läßt man 10 Theile Grünspan in einem kupfernen Kessel in so viel warmem Wasser zergehen, bis ein dünner Brei entsteht; diesen füllt man durch Leinen oder ein sehr feines Tuch, um die mechanisch beigemengten Unreinigkeiten daraus zu entfernen. Dann werden 8 — 9 Theile fein gepulverte arsenige Säure in einem kupfernen Kessel in 100 Theilen kochendem Wasser aufgelös't. Diese Auflösung wird kochend heiß filtrirt, dann wieder zum Kochen gebracht und währenddem dem Grünspan in kleinen Portionen zugesetzt. Mit dem Kochen fährt man fort, bis die Flüssigkeit klar und farblos ist, wonach sich dann während des Erkaltens der Farbstoff abscheidet und als ein schmaragdgrünes, schweres, körniges Pulver zu Boden fällt; sie kann zu der Kalk-, Wasser- und Oelmalerei benutzt werden. — Das Mitisgrün ist eine Nachahmung des Schweinfurter; es wurde von Mitis in Wien erfunden, der es mit einem Zusatz von Kochsalz, Weinstein und Salmiak bereitete.

Das Schelische Grün oder Schwedischegrün ist eine schöne zeisiggrüne, geruch- und geschmacklose Farbe, die sich im Wasser nicht auflös't. Sie wurde von dem schwedischen Chemiker Scheele entdeckt, nach dem sie benannt wird. Die Darstellung dieser Farbe erfordert zwei Auflösungen; zu der ersten nimmt man 2 Pfund eisenfreies, reines schwe-schwefelsaures Kupferoxyd (Kupfervitriol), welches man in 30 Pfund

(12 Quart) erwärmtem Wasser auflös't; zu der zweiten Auflösung nimmt man 2 Pfund reine calcinirte Potasche, lös't sie in 10 Pfund (4 Quart) Wasser auf, setzt nach und nach arsenige Säure zu und filtrirt sie dann durch Leinen. Man gießt nun die zweite Auflösung in die erste, die noch warm sein muß, während ununterbrochen umgerührt wird; man läßt dann die ganze Mischung bis zur vollkommenen Abkühlung stehen und gießt die überstehende klare Flüssigkeit vorsichtig ab. Der Rückstand wird zwei Mal mit einigen Pfunden heißem Wasser abgewaschen, dann in Leinenzeug abgetröpfelt und getrocknet. Auf diese Art erhält man 1 Pfund 13 Loth vortreffliche Farbe, deren man sich mehr mit Wasser als mit Oel gemischt bedient.

§. 113.

Blau. Zu Blau dienen in Oel oder Leim: Berlinerblau, Smalte, Bergblau, Mineralblau. Auf Kalk: Smalte, Bergblau, Mineralblau und Indigo, nicht aber Berlinerblau.

Das Berlinerblau wurde im Jahre 1704 von dem Farbenfabrikanten Diesbach in Berlin erfunden, woher es seinen Namen erhalten hat. Diese Farbe erhält ihren großen Werth durch ihre große Dauerhaftigkeit und Intensität, denn weder Wasser, Weingeist, Aether, Oele, noch verdünnte Säuren lösen sie auf; sie kann daher mit gleichem Vortheil in der Wasser- und Oelmalerei angewendet werden. Die Bereitung des Berlinerblaues erfordert zwei verschiedene Präparate, nämlich die Blutlauge oder Auflösung von blausaurem Kali und eine schwefelsaure thonige Eisenauflösung. Um die Blutlauge so gut und wohlfeil als möglich herzustellen, nimmt man Abgänge von thierischen Stoffen, z. B. getrocknetes Blut, Hornabgänge, Haare u. s. w. und schüttet sie in einen Tiegel, in welchem sie bis zum Glühen erhitzt werden, so daß die flüchtigen Theile sich entfernen und nur die thierische Kohle zurückbleibt, die außer dem Kohlenstoffe auch Stickstoff enthält. Diese Kohle wird pulverisirt und dem Gewichte nach mit einem gleichen Theile gereinigter Potasche, die kein schwefelsaures Kali enthält, gemengt; man kann die Potasche auch gleich anfangs den thierischen Stoffen beimengen. Dieses Gemenge von thierischer Kohle und Potasche wird in einen eisernen Tiegel gebracht; hat man nur Thontiegel, so muß in selbige Eisen gelegt werden, weil dieses nicht fehlen darf. Diese Masse wird nun so lange der Glühhitze ausgesetzt, bis keine Flamme und kein

Rauch mehr sichtbar ist; man nimmt sie nun vom Feuer, deckt sie gut zu und läßt sie abkühlen; alsdann wird sie mit kochendem Wasser übergossen, dieses lös't zuerst die unverändert gebliebene Potasche auf, dann aber auch viel Eisencyankalium. Die so erhaltene Auflösung ist die Blutlauge; zur Abscheidung der ihr mechanisch beigemengten Unreinigkeiten wird sie durch doppelte leinene Tücher geseiht. — Ferner noch wird reines schwefelsaures Eisen (Eisenvitriol) in einer hinreichenden Menge Wasser aufgelös't und eine Viertelstunde lang mit Eisenblech gekocht, um das etwa in der Auflösung enthaltene Kupfer auszuscheiden. Dieses ist die zweite Auflösung. Nächstdem wird die Blutlauge in die zweite Auflösung, die Vitriollauge, gegossen, worauf sogleich ein blauer Niederschlag erfolgt, der Berlinerblau ist. Die Flüssigkeit wird nun durch leinene Tücher filtrirt, der Rückstand ausgewaschen, um so das überflüssige Kali zu entfernen, dann getrocknet und in viereckige Stücke geschnitten. Wäre es nun möglich, alle Stoffe im richtigen Behältnisse zu nehmen, so würde man auf vorstehende Art das feinste und schönste Berlinerblau erhalten; es ist aber nur Zufall, daß die thierischen Stoffe, die Potasche und der Eisenvitriol vollkommen rein erhalten werden. Die Blutlauge enthält bald mehr bald weniger Kali, und die Vitriollauge bald mehr bald weniger Eisen, welches wieder in verschiedenen Abstufungen oxydirt ist. Ist Eisenoxyd im Ueberschuß vorhanden, so verbindet es sich mit dem frei gebliebenen Kali, nimmt eine gelbe Farbe an, schlägt sich mit nieder und färbt den Niederschlag, der sonst blau sein würde, grünlich. In diesem Falle wird dann verdünnte Schwefel- oder Salzsäure hinzugegossen, wodurch das überflüssige Eisenoxyd aufgelös't wird; die grünliche Farbe verschwindet nun und dagegen kommt das schönste reine Blau zum Vorschein. Das so erhaltene Blau ist die feinste aber auch theuerste Sorte, welche unter dem Namen P a r i s e r b l a u in den Handel kommt.

Das B e r g b l a u ist eine zarte, blaue, dem schönsten Lasur ähnliche Farbe; es giebt n a t ü r l i c h e s Bergblau und auch k ü n s t l i c h e s. Das erstere kommt als ein kohlensaures Kupferoxyd entweder krystallisirt oder in erdiger Form vor; krystallisirt heißt es K u p f e r l a s u r oder L a s u r e r z. Man hat sich vielseitig bemüht, ein dem Lasur gleiches Präparat darzustellen, welches bei gleicher Farbenvollkommenheit auch dieselbe Haltbarkeit habe; allein die künstlichen Nachahmungen werden mit der Zeit grün.

Die S m a l t e oder S c h m a l t e wird aus Kobalterzen bereitet. 1 bis 3 Theile Potasche und 2 bis 10 Theile feiner weißer Sand oder gepochter

Quarz werden in thönernen Tiegeln mit Kobalterz zusammengeschmolzen. Das hierdurch gewonnene blaue Glas wird glühend in kaltes Wasser geworfen, wodurch es in kleine Stücke zerspringt und mürbe wird. Diese Stücke werden dann zerpocht, auf Mühlen mit Granitsteinen gemahlen und endlich geschlemmt, wobei es nach der Feinheit seines Kornes in mehrere Sorten abgetheilt wird. Die Höhe der Farbe hängt von der Menge des Kobaltgehaltes ab, und bei gleichem Kobaltgehalt von der Feinheit des Kornes. Je reicher an Kobalt und je gröber gemahlen die Farbe ist, um so dunkler erscheint sie. Die vorzüglichste Schmalte wird von den vier Blaufarbenwerken in Sachsen geliefert, die in einem eignen Verbande stehen und die sächsische Blaufarbencompagnie bilden. Der Verkauf der Producte geschieht von den Blaufarbenlagern in Leipzig und Schneeberg zu bestimmten Preisen; auf die Gleichmäßigkeit der Sorten wird von Seiten der Regierung streng gehalten; sie sind folgende:

Escheln erste Sorte.			Couleuren zweite Sorte.		
FFFFE . .	50	Thlr.	FFFC . .	46	Thlr.
FFFE . .	42	„	FFC . . .	34½	„
FFE . . .	32	„	FC . . .	25	„
FE . . .	28½	„	MC . . .	21	„
ME . .	24	„	OC . . .	19	„
OEG . .	20	„	FCB . .	12	„
OES . .	17	„	MCB . .	10	„
FEB . .	12	„			
MEB . .	11	„			
MEBS . .	11½	„			

Auf dem Schneeberger Lager ist jede Sorte um ½ Thlr. billiger.

Das Mineralblau umfaßt mehrere Farbestoffe von heller Färbung. Man bezeichnet damit 1) das Berlinerblau, wenn demselben kohlensaure Magnesia oder kohlensaures Zinkoxyd zugemengt ist; 2) das Berg- und Bremerblau; 3) mit Indigo- oder Blauholzabsud blau gefärbte Erden.

Der Indigo ist eine aus mehreren Arten Pflanzen der Indigoferen die außer in Europa in den wärmsten Gegenden aller andern Erdtheile wachsen, bereitete blaue Farbe, die auch noch aus Nerium tinctorium in Ostindien, Isatis tinctoria (Waid) in Europa u. a. m. gewonnen wird. Diese Farbe wird auf zweifach verschiedene Art bereitet, nämlich:

1) Die rohen Blätter werden in eine Gährungsküpe gepackt und mit Wasser übergossen, wobei man jedoch nicht zu viel Blätter einlegen darf, weil die Masse sonst leicht beim Gähren übersteigt; nach etwa

15 Stunden ist die Gährung so weit gediehen, daß sie unterbrochen werden kann. Sie wird nun in die Schlagküpe gelassen und darin stark durchgearbeitet; nach etwa $1^1/_2$ Stunde beginnt der Indigo sich in kleinen Krümchen abzuscheiden. Wenn die Krümchen rund werden und das Wasser sich zu klären anfängt, hört man zu arbeiten auf. Der auf der Oberfläche entstandene Schaum muß, nachdem die Küpe gehörig gegohren hat und die Körner sich bilden, von selbst verschwinden. Um die Ausscheidung des Indigo zu beschleunigen, setzt man bisweilen auch Kalkwasser zu, was jedoch nicht durchaus nothwendig ist. Nach 2 bis 3 Stunden hat sich der Indigo gesetzt; das überstehende Wasser wird nun abgelassen und der Indigo in einen Kessel über Feuer gebracht, wodurch der Extractivstoff zerstört wird und der Indigo mehr Lüster erhält; demnächst wird die Flüssigkeit in den Sammelkasten gebracht, wo sie abgeseiht, getrocknet und der Indigo für den Handel in kleine Stücke zerschlagen wird.

2) Die Bereitung des Indigo aus trockenen Blättern ist von der vorigen wenig verschieden. Die reifen Blätter werden im Sonnenschein von 9 bis 4 Uhr gesammelt, 2 Tage lang getrocknet, dann gedroschen, um die Stengel von den Blättern zu sondern, und dann im Trockenen aufbewahrt, bis sich eine hinreichende Menge derselben zur weiteren Verarbeitung angesammelt hat. Binnen 4 Wochen verwandelt sich das schöne Grün der trockenen Blätter in ein lichtes Bleigrau, in welchem Zustande sie den Färbestoff am besten an's Wasser abgeben. Die Blätter werden nun mit einem 6 Mal größeren Volumen Wasser 2 Stunden lang eingeweicht und während dieser Zeit fleißig umgerührt; dann zapft man das schöne grüne Wasser in die Schlagküpe und verfährt ebenso wie vorhin. — Lös't man 1 Theil Indigo in 10 Theilen concentrirter Schwefelsäure auf, läßt die Auflösung 24 Stunden lang stehen und verdünnt sie dann mit 10 Mal so viel Wasser als sie wiegt, seiht sie endlich durch und versetzt sie mit kohlensaurem Kali, so schlägt sich der Indigo als ein dunkelblaues, kupferglänzendes Pulver nieder. Dieser Niederschlag wird mit Stärke zusammengerieben und giebt so den Indigocarmin.

§. 114.

Roth. Zum Roth dienen in Oel und Leim:

Wienerlack, Berlinerroth, Florentinerlack, Englischroth, Armenischer Bolus, gebrannter Ocker oder Caput mortuum, Hausfarbe, Zinnober, welche Farben eben sowohl auf Kalk zu verwenden sind.

Wienerlack ist nichts Anderes als Carminlack, der ebenso wie der Pariserlack und Florentinerlack nach dem Orte, wo er fabricirt wurde, benannt wird. Der Carminlack unterscheidet sich von dem Carmin, welcher aus der Cochenille bereitet wird, dadurch, daß er mehr Thonerde enthält und daher auch wohlfeiler ist. Man bereitet ihn entweder aus frischer Cochenille, da man hierzu gewöhnlich die schlechtere Sorte nimmt, kocht sie mit gleichen Theilen Alaun, setzt später noch zwei Theile Alaun zu und schlägt den Carminlack mit Potasche nieder. Durch einen Zusatz von Zinnsolution kann die Farbe des Carminlackes noch erhöht werden; oder man nimmt dazu die bei der Bereitung des Carmins übrig gebliebene Cochenille. — Im Handel kommt auch ein verfälschter, aus Fernambukholz bereiteter Lack vor, der zwar den Namen Carminlack führt, aber aus Fernambukholz bereitet ist.

Berlinerroth, Englischroth ist nichts Anderes als gelber Bolus, der gebrannt wird und dadurch eine schöne, unter vorstehenden Namen bekannte rothe Farbe erhält.

Bolus, Siegelerde. Im Handel kommen vier Arten desselben vor, nämlich weißer, rother, armenischer oder morgenländischer und gelber. Der weiße Bolus wird auch weißer Thon oder Walkererde genannt; den armenischen und gelben benutzen die Vergolder zum Grundiren. Der gelbe Bolus wird zu Englischroth gebrannt; der rothe Bolus unterscheidet sich von den vorigen Sorten durch seine rothe Farbe und durch ein etwas grobes Korn; je nachdem ihm nun mehr oder weniger Eisenoxyd beigemengt ist, ist seine Farbe mehr oder weniger dunkel. Die Maurer benutzen ihn zu einem sehr ordinären Anstrich.

Gebrannter Ocker oder Caput mortuum; Hausfarbe.

Wenn ockerhaltige oder eisenoxydhaltige Thonarten gebrannt werden, so erhalten sie mitunter eine schöne rothe Farbe; sie heißen dann gebrannter Ocker.

Wird der trockene eisenoxydhaltige Rückstand, der bei der Verfertigung des Vitriolöls im Kolben zurückbleibt, geglüht, so erhält man das Kolkothar oder Caput mortuum, ein Braunroth, welches unter vorstehendem Namen in den Handel kommt.

Bei dieser Farbe ist das Eisenoxyd die Hauptsache, welches im Braunroth mit Thon und Kieselerde sehr gemengt ist. Da dieses mehrentheils zum Anstrich der Häuser benutzt wird, so heißt es auch Hausroth.

Da es ferner gewöhnlich aus Nürnberg bezogen wird, so wird es auch Nürnbergerroth genannt.

Der Zinnober ist ein Quecksilbersulphid, welches aus 86,3 Theilen Quecksilber und 13,7 Theilen Schwefel besteht; die feinsten Sorten desselben heißen Vermillon.

Der schönste Zinnober wird auf nassem Wege bereitet; 300 Theile Quecksilber werden in einem Porzellanmörser mit 68 Theilen Schwefel so lange gerieben (und während dies geschieht, mit etwas kaustischem Kali angefeuchtet), bis das Quecksilber geschwefelt ist. Dann werden 160 Theile in eben so viel Wasser aufgelös'tes Kali zugesetzt und die Masse unter stetem Umrühren erhitzt, wobei das abdampfende Wasser immer wieder ersetzt wird. Nach Verlauf einiger Zeit wird kein Wasser mehr zugesetzt, sondern man läßt die Masse bei fortgesetztem Umrühren sich concentriren; sie wird dann allmählich röther, erlangt eine gelatinöse Consistenz und eine sehr schöne rothe Farbe.

Der pulverisirte Zinnober wird häufig verfälscht; wenn er vollkommen rein ist, muß er sich vor dem Löthrohre ohne Rückstand verflüchtigen. Eine Verfälschung

mit Mennige wird durch Behandlung mit Essig oder verdünnter Schwefelsäure erkannt; von beiden wird die Mennige aufgelös't, der Zinnober aber bleibt unverändert;

mit Ziegelmehl: erkennt man am Rückstande beim Verflüchtigen;

mit Ocker: kann durch Behandlung mit Salzsäure erkannt werden, die den Zinnober nicht angreift;

ein harziger Geruch beim Verdampfen läßt auf eine Verunreinigung durch Drachenblut schließen.

Mittlere Werthe
der specifischen Gewichte verschiedener Baumaterialien.

Namen der Körper.	Mittleres specifisches Gewicht.	Mittleres Gew. 1 Kubikfuß in Berl. Pfunden.	Namen der Körper.	Mittleres specifisches Gew.	Mittleres Gew. 1 Kubikfuß in Berl. Pfunden.
1) Holzarten.			Pophyr . . .	2,7707	182,7
			Jaspis . . .	2,6640	175,7
Steineiche . .	0,8631	57,0	Pechstein . . .	2,3100	152,5
Sommereiche .	0,7500	49,5	Sandstein	2,3636	156,0
Weißtanne . .	0,4775	31,5	Kalkstein . .	2,4480	161,5
Rothtanne . .	0,5531	36,5	Tropfstein . .	2,4498	161,5
Kiefer . . .	0,5715	37,7	Roggenstein .	2,6160	172,5
Lerchenbaum . .	0,5846	38,5	Marmor . .	2,6261	173,2
Theka . . .	0,6750	44,5	Kreide . . .	2,5920	171,0
Ulme	0,6322	41,7	Alabaster . . .	2,7086	178,7
Rothbuche . .	0,6955	46,0	Gyps . . .	2,1304	140,5
Weißbuche . .	0,7587	50,0	Gypsspath . .	2,0415	134,7
Ahorn . . .	0,5283	34,7	Thonschiefer . .	2,7746	183,0
Esche	0,7285	47,7	Feuerstein . .	2,6494	174,7
Espe	0,5049	33,2	Sand	1,7690	117,0
Schwarzpappel .	0,5064	33,3	Thonerde . . .	0,8220	54,0
Ital. Pappel .	0,4735	31,7	Ziegelerde . .	1,6440	105,0
Erle	0,6070	40,0	Lehmerde . . .	1,9960	131,7
Birke	0,6649	43,7	Gebrannte Ziegel	2,0000	132,0
Linde	0,5533	36,5	Chamotziegel .	2,1230	140,1
Roßkastanie . .	0,6510	43,0	Puzzolane . .	1,5694	103,5
Akazie . . .	0,7408	48,7	Tuff	1,4063	92,7
Weide . . .	0,5850	38,5	Kalktuff . . .	2,4027	158,5
Wallnuß . . .	0,7391	48,7	Breccie . . .	2,7480	181,2
Platane . . .	0,6280	41,5	Serpentin . .	2,6728	176,2
Ceder	0,6793	44,7	Speckstein . .	2,6993	178,0
Mahagony . .	0,8243	54,3	Lava	2,6577	175,5
Ebenholz . . .	1,2050	79,5	Eisen	7,7880	514,0
Eibenholz . .	0,9258	61,0	Stahl . . .	7,8001	515,0
Aepfelbaum . .	0,6636	43,7	Kupfer . . .	8,4523	557,8
Birnbaum . .	0,6150	40,5	Zinn	7,2910	481,2
Buchsbaum . .	1,0398	68,5	Blei	11,3788	751,0
			Zink	6,9710	460,0
2) Steine und Erden.			Messing . . .	8,5450	564,0
			3) Oele u. andere Materialien.		
Quarz . . .	2,6302	173,5			
Bergkrystall . .	2,6557	183,0	Leinöl . . .	0,937	
Feldspath . . .	2,6462	174,5	Hanföl . . .	0,926	
Glimmer . . .	2,8522	188,2	Ricinusöl . .	0,960	
Granit . . .	2,6919	177,5	Mohnöl . . .	0,936	
Basalt . . .	2,8377	187,2	Nußöl . . .	0,929	

Namen der Körper.	Mittleres specifisches Gewicht.	Mittleres Gew. 1 Kubikfuß in Berl. Pfunden.	Namen der Körper.	Mittleres specifisches Gewicht.	Mittleres Gew. 1 Kubikfuß in Berl. Pfunden.
Terpentinöl . .	0,876		Glas, Spiegelglas von Neuhaus .	2,560	
Copal . . .	1,060		Kampher . . .	0,995	
Mastix . . .	1,058		Wachs	0,859	
Glas, böhmisches Fensterglas .	2,642		Sandarack . . .	1,050	

Reductionstafeln

der allgemeinen Längenmaße und Gewichts-Vergleichung.

Name der Oerter und Maße.	Enthält Meter.	Enthält Wien. Fuß.
Allgemeines Längenmaß.		
Aarau: Fuß = 12 Zoll	0,300025	0,949140
Alessandria: ordinärer Fuß = 8 Zoll . .	0,342435	1,083304
„ Limprandischer Fuß = 12 Zoll	0,513670	1,625013
Altona: Fuß	0,286490	0,906321
Ancona: Fuß	0,390710	1,236023
Appenzell: Fuß	0,314688	0,995526
Barcellona: Canna	1,581330	5,002589
Basel: Fuß	0,298200	0,943365
Berlin: Fuß, preußischer oder rheinländischer	0,313853	0,992886
Bern: Fuß	0,293325	0,927943
Botzen: Fuß	0,334120	1,0570
Braunschweig: Fuß	0,285360	0,902746
Bremen: Fuß	0,289200	0,914894
Cadix: Pies	0,282635	0,894188
Cagliari: Palmo	0,235311	0,744415
Carlsruhe: Fuß, badenscher	0,300025	0,949140
Cassel: Fuß, hessischer	0,287699	0,910145
Copenhagen: Fuß, dänischer	0,313842	0,992850
Cracau: Stopa (Fuß)	0,356421	1,127550
Darmstadt: Fuß	0,2500	0,790883
Dresden: Fuß, sächsischer	0,282655	0,894190
Ferrara: Fuß	0,401312	1,269564
Frankfurt a. M.: Fuß	0,284600	0,900341
Freiburg: Fuß	0,293258	0,927731
Fulda: Werkfuß	0,282880	0,894900
Genf: Fuß	0,487936	1,543601
Genua: Canna	2,498300	7,903454
Glarus: Fuß	0,300025	0,949140
Gotha: Fuß	0,287618	0,909889
Gröningen: niederländische Palme	0,100000	0,316353
Hamburg: Fuß	0,286490	0,906321

Name der Oerter und Maße.	Enthält Meter.	Wien. Fuß.
Hanau: Fuß	0,285200	0,902239
Hannover: Fuß	0,291990	0,923720
Hildesheim: Fuß	0,280173	0,886336
Lausanne: Fuß	0,293285	0,927731
Lemberg: Fuß	0,296965	0,939459
Lemgo: Fuß	0,287593	0,909811
Lissabon: Palmo (Fuß)	0,218588	0,691510
London: Fuß, englischer	0,304794	0,964227
Lübeck: Fuß	0,291002	0,920594
Lucca: Fuß	0,589908	1,866193
Lucern: Fuß	0,314688	0,995526
Madrid: Pies	0,282655	0,894188
Mahon: Palma	0,214473	0,678492
Messina: Fuß, sicilischer	0,242050	0,765733
Modena: Fuß	0,517712	1,637799
München: Fuß, bayrischer	0,291859	0,923306
Neapel: Palmo	0,263630	0,834002
Neufchatel: Fuß	0,300020	0,949123
Nizza: Palmo	0,2650	0,838336
Oldenburg: Fuß	0,296415	0,937718
Osnabrück: Fuß	0,279272	0,883485
Paris: Fuß, französischer	0,324839	1,027640
Petersburg: Sachsen (Klafter)	2,134466	6,752452
Pisa: Passeto	1,167252	3,692640
Prag: Fuß, böhmischer	0,296398	0,937667
Rom: Bau-Canna	2,233271	7,065026
St. Gallen: Fuß	0,314688	0,995526
Stockholm: Fuß, schwedischer	0,296838	0,939056
Stuttgart: Fuß = dem Hamburger Fuß .		
Venedig: Fuß	0,347735	1,100070
Warschau: Stopa	0,2880	0,911097
Weimar: Fuß	0,281979	0,892048
Wien: Fuß	0,316102	1,000000
Wiesbaden: Fuß	0,287844	0,910603
Zürich: Fuß	0,300025	0,949139
Vergleichung der Gewichte.	Wien. Pfund.	Kilogramme.
Aarau: Handelsgewicht, Pfund = $^1/_{100}$ Centner	0,850677	0,476389
Alessandria: Pfund = $^1/_{25}$ Rubo = 12 Oncie = 96 Ottaves = 288 Denari = 6912 Grani	0,658929	0,369908
Alicante: Pfund (großes) = 12 Oncas = $^1/_{96}$ Cargo	0,925871	0,518499
,, kleines Pfund = 12 Oncas . .	0,617247	0,345666
,, castilianisches Pfund = 16 Oncas	0,822997	0,460888
Altenburg: Pfund	0,833002	0,466491
Altona: Pfund	0,864914	0,484362
Ancona: Pfund = 12 Once	0,590648	0,330780
Appenzell: schweres Pfund	0,023635	0,484448

Name des Ortes und Gewichtes.	Enthält Wien. Pfund.	Enthält Kilogromme.
Appenzell: leichtes Pfund	0,830172	0,464906
Barcellona: Pfund = 12 Ancas	0,730333	0,408995
Basel: Pfund = 32 Loth	0,874100	0,489506
Berlin: Pfund	0,835181	0,467711
Bern: Pfund = 16 Unzen = 32 Loth = 128 Quintl = 512 Pfennig	0,928784	0,520130
Bilbao: Pfund	0,874647	0,489813
Bologna: Pfund = 12 Onces = 192 Ferlini = 1920 Carati = 7680 Grani	0,646652	0,362133
Botzen: Pfund	0,894554	0,500691
Braunschweig: Pfund	0,834500	0,467330
Bremen: Pfund	0,890159	0,498500
Bukarest: Occa = 4 Littre = 400 Dram .	2,301701	1,288980
Cagliari: Pfund = $^1/_{100}$ Cantarello . . .	0,715811	0,400863
Canea: Pfund (Rottel)	1,002658	0,561501
Carlsruhe: Pfund	0,892838	0,500000
Cassel: Pfund	0,864350	0,484046
Coburg: Pfund	0,910170	0,509706
Cöln: Mark = 16 Loth = 64 Quintl = 256 Pfennig = 512 Heller = 4552 Eschen = 65,536 Reichspfennigtheile	0,426241	0,238700
Constantinopel: Rottel	1,138999	0,637853
„ Quintal Cantaar = 117$^1/_3$ Rottel	133,642527	74,841486
Copenhagen: Pfund = 2 Mark = 16 Unzen = 32 Loth = 128 Quart = 512 Ort .	0,891637	0,499322
Corunna: schweres Pfund = 20 Unzen . .	1,026025	0,574586
„ leichtes Pfund = 16 Unzen . .	0,820820	0,459669
Cracau: Pfund	0,724638	0,405806
„ Stein	23,188406	12,985785
Darmstadt: Pfund	0,892838	0,500000
Dresden: Pfund	0,834710	0,467448
Ferrara: Pfund = 12 Unzen = 192 Ferlini = 1920 Carati	0,605727	0,339214
Florenz: Pfund = 12 Oncie = 288 Denari = 6912 Grani	0,606264	0,339515
Frankfurt a. M.: schweres Pfund	0,902322	0,505311
„ leichtes Pfund	0,835483	0,467880
Freiburg: Pfund	9,943973	0,528636
Fulda: Pfund	0,911302	0,510340
Genf: großes Pfund	0,983443	0,550740
„ kleines Pfund	0,819536	0,458950
Genua: großes Pfund	0,622897	0,348830
„ kleines Pfund	0,566274	0,317120
„ Pfund zur Seide	0,612591	0,343058
Glarus: schweres Pfund	0,941376	0,527182
„ leichtes Pfund	0,836788	0,468611
Gotha: Pfund	0,833002	0,466491

Name des Ortes und Gewichtes.	Enthält Wien. Pfund.	Enthält Kilogramme.
Gröningen: Pfund = 10 Onces = 100 Looden = 1000 Wigtjes = 10,000 Korrels . . .	1,785676	1,000000
Hamburg: Pfund	0,864914	0,484362
Hanau: Pfund	0,834633	0,467405
Hannover: Pfund = 2 Mark = 16 Unzen = 32 Loth = 128 Quintl = 512 Ortchen	0,874271	0,489602
Hildesheim: Pfund	0,833604	0,466828
Lausanne: Pfund = 16 Unzen = 32 Loth = 128 Quart = 512 Deniers	0,907732	0,508341
Lavalette: Pfund = 12 Unzen = 192 Sechzehntheile = 384 Trapast	0,565402	0,316632
Lemberg: Pfund	0,750000	0,420009
Lissabon: Pfund	0,819565	0,458966
London: Pfund, Troy-Pfund = 12 Ounces = 1760 Grains	0,666418	0,373202
,, ,, avoir du poids	0,809883	0,453544
Lübeck: Pfund	0,863064	0,483326
Lucca: Pfund	0,664584	0,372175
,, ,, Seidengewicht	0,595689	0,333593
Madrid: Pfund = 2 Marcos	0,822957	0,460866
Mahon: Rottel	0,750380	0,420222
Mailand: Pfund, metrisches	1,785676	1,000000
,, ,, großes	1,345000	0,753216
,, ,, kleines	0,575000	0,322007
Messina: Cassico	19,493823	0,916775
,, Rotolo grosso	1,559506	0,873342
,, ,, sotile	1,417764	0,793965
Modena: Pfund = 12 Unzen	0,607380	0,340140
München: Pfund	0,999979	0,560000
Neapel: Rotolo	1,591044	0,891004
,, Libra = 12 Once = 360 Trappesi = 7200 Acini	0,573202	0,321000
Neufchatel: Pfund	0,923753	0,520113
Nizza: Pfund	0,553642	0,310046
Osnabrück: Pfund	0,882027	0,493946
Oviedo: Pfund (großes)	1,234447	0,691305
Palma: Rotolo	0,750381	0,420222
Paris: Kilogramme	1,785676	1,000000
,, altes Pfund = 16 Unzen = 128 Gros	0,874099	0,489506
Parma: Pfund = 12 Unzen = 288 Denari = 6912 Grani	0,582899	0,326431
Patrasso: Pfund = 12 Onces	0,713506	0,399572
,, ,, Seidengewicht = 15 Ounces	0,891883	0,499465
Petersburg: Pfund = $^1/_{40}$ Pud = 32 Loth = 96 Solotnik	0,730331	0,408994
Pisa: Pfund	0,606312	0,339542
Prag: Pfund	0,918470	0,514354
Ragusa: Pfund	0,648618	0,363234

Name des Ortes und Gewichtes.	Enthält Wien. Pfund.	Kilogramme.
Rom: Pfund = 12 Unzen = 288 Denari = 6912 Grani	0,605749	0,339227
Rostock: Pfund, Wagegewicht	0,908109	0,508552
St. Gallen: Pfund, schweres	1,043633	0,584447
" " " leichtes	0,830375	0,465020
Schaffhausen: Pfund, schweres	1,026716	0,574973
" " leichtes	0,821386	0,459986
Solothurn: Pfund	0,926633	0,518926
Stockholm: Schalpfund	0,756302	0,423538
Valencia: Pfund	0,637135	0,356803
Venedig: Pfund, großes	0,851765	0,476999
" " leichtes	0,537899	0,301230
Warschau: Pfund (Funt)	0,724099	0,405504
Wien: Pfund, Handelsgewicht	1,000000	0,560012
" " Münzgewicht	1,022978	0,572880
Wiesbaden: Pfund	0,840493	0,470686
Zürich: Pfund, Handelsgewicht	0,941376	0,527182
" " zur Seide	0,836788	0,468611

Zweite Abtheilung.

Von dem Baugrunde und der Ausführung des Grund-gemäuers.

§. 115.

Vom Baugrunde.

Die Dauer und Festigkeit der Gebäude, sowie aller Bauten hängt zunächst von der Festigkeit des Baugrundes ab, der, wenn er gut ist, vermöge seiner Dichtigkeit durch die Last des darauf zu setzenden Gebäudes nicht weiter zusammengepreßt werden kann. Dieser gute Baugrund wird aber gewöhnlich immer erst einige Fuß unter der Erdoberfläche angetroffen. Denn bei allem Erdreich kann man annehmen, daß die innern Schichten, welche eben ein Gebäude tragen sollen, durch die Last der obern erst zu einer gewissen Dichtigkeit zusammengepreßt worden sind. Sollte nun auch die Erdoberfläche zum Tragen eines Gebäudes vollkommen geschickt erscheinen, so ist es doch nicht rathsam, sich ihrer zum Grunde für das Gebäude zu bedienen, auf der es sicher ruhen möchte, da einerseits störende Einwirkungen von außen stattfinden und den Grund des Gebäudes verletzen können; schon der Frost, der in unserer Zone 3 bis 4 Fuß in weichen Erdboden einzudringen vermag, kann für das Gebäude Gefahr bringen: er dehnt den feuchten Boden aus und seine Kraft ist so gewaltig, daß er die festesten Körper zu erschüttern vermag. Andererseits kann auch, selbst in einem guten Erdboden, die obere Erdschicht von so geringer Stärke oder Dicke sein, daß sie ein darauf zu setzendes Gebäude nicht zu tragen vermöchte. Daher ist es Regel, auch in einem guten Erdboden den Grundgraben für ein aufzuführendes Gebäude wenigstens 3 Fuß tief auszuheben. Der Ausschnitt im Boden, worein der Grundbau kommt,

heißt Grundgraben. Die Grundfläche des Grundgrabens heißt Sohle und seine Seitenflächen heißen, wenn sie abgeschrägt sind, Böschungen.

§. 116.

Zu den guten Baugründen gehören: der Felsengrund und felsenartiger Steingrund, Lehm, grobkörniger mit fetter Erde vermischter und gleichsam damit verkitteter Sand, ja selbst feiner Sand, so auch mit Lehmarten oder Sand vermengter Kies. Unter diesen verdienen jedoch die erstgenannten Baugründe vor allen andern den Vorzug.

Schlechte Baugründe sind: der sogenannte Triebsand, Letten, Mergel, Brucherde, Torf- und Wiesenerde, der schlechteste ist aber der schwimmende Morast.

Aus der Beschaffenheit der Gegend, wo man bauen will, kann mit ziemlicher Gewißheit auf die Qualität des Baugrundes geschlossen werden. Eine sumpfige Niederung läßt sich deutlich von einem höher liegenden, vielleicht abhängigen wellenförmigen Terrain unterscheiden.

Die Niederung bietet gewöhnlich einen schlechten Baugrund dar, während die Gebirge und deren Fuß oder Abhang, wenn auch nicht jederzeit Felsengrund, doch aber steinigen, grandigen, sandigen, durch eine fette Thonerde gekitteten Boden enthalten.

Berge, welche durch aufgethürmte Felsen und über einander gelagerte Felsmassen gebildet werden, sind für die Fundirung von Gebäuden ebenfalls wenig geeignet, denn sie bergen Höhlungen von mehr oder weniger großem Umfange und verschiedener Tiefe, in denen sich aus Vegetabilien gebildete Erde sammelt, auch wohl Quellen entspringen, die entweder zu Tage ausfließen, oder in Ermangelung eines Abflusses den Boden erweichen und zur Entstehung von Sümpfen, Morästen und Seen, sogar auf den hoch gelegenen Flächen der Berge, Veranlassung geben, wie dies z. B. auf dem Brocken mit dem Brockenfelde der Fall ist. Es ist dies ein Sumpf von großer Ausdehnung zwischen der Brockenspitze und Oderbrück, der ganz mit Torf, Granitsand, losen Granitblöcken und einer elastischen, nicht leicht brechenden Decke von Moos und Heidekraut belegt ist, über welche man zwar sicher, aber mit steter Furcht zu versinken hinweggeht.

In Niederungen lagern sich, namentlich in den tiefer liegenden Stellen, Erdarten von verschiedener Substanz ab. Man findet daher in diesen Tiefen abwechselnd Schichten von Sand, Schlamm, Moor, Thon u. dgl.,

die öfters nicht mächtig genug sind, um die Last eines Gebäudes zu tragen, sich aber auch, ihrer Natur nach, nicht dazu eignen. So erzählt Gilly in seinem Handbuche der Baukunst, 1. Thl. S. 314, Folgendes: „Bei einem kürzlich hier in Berlin ausgeführten Baue fand man bei der gewöhnlichen Untersuchung mit dem Erdbohrer, nachdem man bis auf's Grundwasser aufgegraben hatte, 18 Fuß hoch Füllerde, $1^1/_2$ Fuß dicke Schlammerde, 2 Fuß hoch Torf und endlich reinen Flußsand, in welchem der Bohrer stehen blieb. Man hielt dies für die in der Tiefe fortgehende feste Erdlage; allein bei dem Baue selbst fand sich diese Sandlage nur 2 Fuß dick und unter selbiger wiederum neun bis 10 Fuß tief Torfmasse und unter dieser Letten, so daß das Fundament 33 Fuß tief herausgeführt werden mußte. Ein Beweis, wie wenig man sich bei dergleichen Grunde auf die gewöhnliche Untersuchung verlassen kann und daß es besser ist, gleich eine Stelle des Grundgrabens absatzweise völlig aufzugraben."

Der Baumeister muß sich daher den praktischen Tact aneignen, wonach er schon durch den bloßen Augenschein die Ueberzeugung gewinnt, ob der vorliegende Baugrund zuverlässig sei oder nicht.

Da ein jeder Körper nach seiner eigenthümlichen Schwere sinkt, wenn der Grund, worauf er steht, nicht fest ist, so muß auch eine Mauer auf einen festen Grund oder auf festes Erdreich gesetzt werden, und da eine jede Mauer, die bloß auf die Oberfläche des Erdreichs gesetzt würde, keinen festen Stand bekäme und dem Rutschen unterworfen wäre, auch das Regen- und Tagwasser unter die Mauer dringen und sie auswaschen, dann auch Mäuse, Ratten &c. in das Gebäude Eingang finden würden, so muß sie wenigstens einige Fuß tief in die Erde gesetzt werden. Der Grundbau ist also bei jedem Gebäude ein wichtiger Gegenstand; denn wenn nach vollendetem Baue ein Fehler im Grunde sich zeigt, so ist er doch immer nur mit großen Kosten zu verbessern und das Gebäude bleibt oft bei verbessertem Fehler noch mangelhaft.

Die Festigkeit eines Gebäudes hängt aber nicht von der Tiefe des Grundes ab, sondern vielmehr von der Festigkeit des Bodens. Die Hauptabsicht des Grundgrabens ist daher, den obern lockern Theil des Bodens zu entfernen, um eine sichere und feste Grundfläche zu gewinnen. In gutem Erdreich findet man diese leicht, ohne tief graben zu müssen. In schlechtem Boden hingegen mag man noch so tief graben, so wird man endlich doch noch die geeigneten Mittel anwenden müssen, den Boden fest zu machen, die man gleich im Anfange hätte brauchen sollen.

§. 117.
Untersuchung des Baugrundes.

Die Untersuchung des Baugrundes geschieht in mäßiger Tiefe am besten durch Ausgrabung und durch das sogenannte Visitir- oder Stecheisen, wohl auch Pfahleisen genannt, einem 8 bis 12 Fuß langen, 1 Zoll dicken runden, unten zugespitzten, oben aber mit einer Kopföse und darein gestecktem Griff versehenen Eisen, welches man mit mehr oder weniger Kraft in die Erde stößt, um durch das Gefühl in der Hand und durch das Maß der angewendeten Kraft beim Stoßen zu beurtheilen, ob das Eisen Lehm, Sand oder Moor u. dgl. berührt.

Auf Erde stößt man stumpf, auf Lehm fest, auf Torf hohl auf; im Sand ist der Stoß hart und man empfindet das Knirschen der Sandkörner. Anhängende Erdtheile, als: Lehm, Torf ꝛc. sieht man nach dem Auszuge des Eisens daran kleben.

Im allgemeinen darf man sich doch nicht damit begnügen, die Erdlagen unter der Grundmauer zu kennen; man muß auch ihre Ausdehnung untersuchen. In größerer Tiefe, wie auch unter Wasser, oder wenn aus andern Gründen das Ausgraben nicht möglich ist, dienen die Erdbohrer.

Nächstdem ist es also wichtig, die Anzeigen zu kennen, aus denen man auf vorhandene Quellen schließen kann. Stieglitz theilt in dieser Hinsicht in der Encycl. d. Bauk., unter dem Artikel Brunnen, über die Aufsuchung der Quellen Folgendes mit:

„Im Thon- und Sandgrunde giebt es nur geringe und kleine Wasseradern; sie liegen nicht tief. Man wird auf der Abend- und Mittagsseite reichere Quellen finden.

„Es giebt sehr verschiedene Merkmale der Quellen. Liegt der Ort in einiger Erhöhung oder an einer Berg- oder Hügelseite, worin die Schichten abfallen, so ist daselbst eine Quelle zu vermuthen. In Ebenen, wo die Schichten eben liegen, ist das Wasser in Vertiefungen zu suchen, wo es sich leicht sammeln kann. Liegt der Ort entfernter vom Flusse und höher als derselbe, so kommt die Quelle vermuthlich aus einem nahen Bergabhange. Liegt er in gleicher Höhe mit einer nahen Stromfläche, so kann die Quelle vom Strome herrühren und man muß beobachten, ob zwischen dem Orte und Strome eine starke Vertiefung liege, und ob sich daselbst eine mit dem Grunde des Stromes gleichlaufende Erdschicht von

Kies oder Triebsande befinde, was am Gestade des Stromes leicht wahrzunehmen ist. Alsdann kann man versichert sein, daselbst eine Quelle zu finden.

„In moosigem und morastigem Boden ist die Quelle an vorzüglich sumpfigen Stellen zu suchen. Ist der Ort durchaus gleich sumpfig, so ist darunter ein Wasserbett von Thon und Letten, worauf das Wasser steht, zu vermuthen.

„Lockere Erdarten nehmen das Wasser auf und sammeln es; die festern halten es auf. Erstere heißen ein Wassergrund, letztere ein Wasserbett.

„Hieraus folgt:

„1) Hinsichtlich der Lage der Schichten: a) Wo Anhöhen oder Berge sind, die von obenher Wasser empfangen, da liegen nicht so oft und nicht so starke Thonlager, folglich sind daselbst selten Wassergründe, wohl aber lebendige Quellen und noch öfter Wasseradern zu vermuthen. b) An tiefen, gegen eine Bergwand liegenden Orten mit tiefen Schichten darunter sind meist lebendige Quellen zu vermuthen. c) Dürre Sandhügel an Anhöhen, auf fester Grundlage, enthalten oft lebendige Quellen. d) Große Sandebenen haben meistens Thonlager unter sich, daher auch Wasser. e) Brüche, Sümpfe, Moräste haben immer schwebendes Wasser auf Lettenlagen, aber oft auch Quellwasser. f) Unter Flächen, die etwas moosig sind, unter den Füßen aber weichen und zittern, liegt eine Thonschicht und unter derselben ein eingeschlossener Wassergrund, welcher von selbst aufquillt, wenn die Thonschicht durchbohrt wird.

„2) In Hinsicht der Schichten selbst: a) Wo lockere Erdschichten, Sand, Moor 2c. auf festen Schichten liegen, da sind Quellen zu vermuthen. b) In auf einander liegenden Erdlagen findet man kein Wasser, bis man auf feste Lagen kommt. c) Vermischte Erdlagen geben keine Wassergründe, aber bisweilen Wasseradern.

„Andere Kennzeichen geben Bäume, Pflanzen, wovon manche nur an nassen Orten wachsen. Dahin gehören Weiden, Eschen, Erlen, Binsen, Schilf 2c. Hierbei ist zu bemerken: Befinden sich solche Pflanzen auf flach liegenden Wiesen, welche oft gewässert werden, oder an und in Wassergräben selbst, so beweis't ihr Dasein nicht alles. Befinden sie sich auf moosigem oder sumpfigem Grunde, welcher beständig Wasser enthält, das keinen genugsamen Abfluß hat, so beweis't ihre Gegenwart nur den Ort an sich. Findet sich aber keiner dieser Umstände und scheint die

Stelle beinahe oder völlig trocken, oder ist die Stelle gleich etwas feucht, die ringsumliegenden Stellen aber sind trocken, und wachsen zugleich dergleichen Pflanzen um den Ort nicht, so beweisen sie völlig die Anwesenheit einer Quelle.

§. 118.
Erdbohrer.

Die Erdbohrer unterscheiden sich im allgemeinen in gemeine oder eigentliche **Erdbohrer** und in **Stein-** oder **Felsenbohrer**. Zur Untersuchung der Baugründe sind schon die Erdbohrer hinreichend, bei größeren Bauten aber, wie bei Anlagen von Brücken die Dichtigkeit der Felsen und die Dicke der Felsenlagen zu erforschen, ob sie nicht etwa durch den zu großen Druck der Last, im Falle sich unter der Felsenlage weicher Grund finden sollte, also das Abbrechen und Sinken des Felsenlagers zu befürchten wäre, müssen die Steinbohrer zu Hülfe genommen werden; da dann die Bergleute diese Untersuchung vorzunehmen haben.

Die Fig. 52 D und E stellt zwei der gewöhnlichsten Erdbohrer vor, und zwar D für feste Erde, E aber für sandigen und morastigen Boden. Zum Durchschneiden des Rasens, der Wurzeln und obern Erdschicht dient der Bohrer C, in tieferem hartem Boden der Hohlbohrer D.

Zum Umdrehen dient das Kopfstück A, das im Kopfe a eine Oese d hat, wodurch ein Griff oder Heft gesteckt wird. Die Bohrstücke C, D, E haben oben, wie das Mittelstück B, einen rechtkantigen Zapfen m, der in die ebenso gestaltete untere Oeffnung b paßt und eingesteckt wird. Zur Verlängerung des Bohrers für große Tiefen dienen die Mittelstücke B, die mit dem Kopfstücke das Gestänge ausmachen, und die alle auf die nämliche Art aufeinander gesteckt werden, so daß allemal zu oberst das Kopfstück A kommt. Zur Befestigung ist bei b in A und B eine Oeffnung c, die zugleich durch den Zapfen m geht, so daß dann, wenn die Zapfen m in die Oeffnungen b gesteckt sind, durch diese runden Oeffnungen c eiserne Bolzen durchgesteckt werden, die an der einen Seite mit einem Kopfe, an der andern aber mit einer Schraube versehen sind, worauf dann eine Schraubenmutter angeschraubt werden kann, so daß der Bolzen feststeht und die aufeinander gesetzten Stücke des Bohrers festhält. Kopf und Schraubenmutter sollen aber versteckt sein und nicht vorstehen. Die sonst gewöhnlichen Schrauben, statt der Zapfen m, schrauben sich leicht zu fest in einander und gehen gar nicht in einander, wenn sie rosten.

Ist der Hohlbohrer so tief eingedrungen, daß er sich gefüllt hat, so wird er herausgehoben und geleert. Man fährt dann zu bohren fort, bis er sich wieder gefüllt hat, und so fort, so lange man noch tiefer eindringen will.

Um senkrecht zu bohren, setzt man einen hohl gebohrten Röhrstamm in einen aufgeworfenen Schurf. Beim Auszug wird der Bohrer an Vorsprüngen durch eine Gabel über dem Röhrstamme eingehängt, um ihn zu erhalten oder auch stückweise auseinander legen oder zusammensetzen zu können. Das Abbohren durch Triebsand, der immer zuquillt, ist am schwierigsten. Bei weiten Bohrlöchern wird dieser durch eingesenkte metallene Röhren abgehalten.

In schlammigem Boden dient das Bohrstück E. Unten befindet sich daran der Schraubenbohrer m. Auf diesem steht eine hohle eiserne Walze. Dieser Bohrer hat in seiner Einrichtung und Verlängerung alles mit dem vorigen gemein. Bei d d und e e sind Ringe angeschmiedet, die aber nicht ganz herum gehen, sondern bei n n zum Theil abgebrochen sind. Auf die Oeffnung a der hohlen Walze kommt der bei F abgebildete Schieber, der als ein deckendes Walzenstück darauf paßt und dessen Ringe c c zwischen den Ringen der Walze d d und e e herumlaufen, wenn er auf der Walze liegt. Dieser Schieber läßt sich nur so weit rechts und links auf der Walze verschieben, als der Zwischenraum n n oder die fehlende Strecke der Ringe d d und e e beträgt. Nur müssen diese so eingerichtet sein, daß, wenn der Schieber links anschließt, durch ihn die Oeffnung der Walze a ganz verschlossen ist, dagegen, wenn er rechts anschließt, diese ganz offen steht. Der Schieber sowohl als die Oeffnung a sind in der Begrenzung abgeschärft. Wird gebohrt, wobei sich ein Mann auf den Umdrehungsarm, der durch das Kopfstück A bei d hindurchgeht, auflegt, während zwei andere Männer drehen, so muß sich der Schieber schließen. Hierauf wird nach entgegengesetzter Richtung, oder links gedreht, wobei sich der Schieber öffnet und die losgebohrte Erde durch die Oeffnung a in die Höhlung der Walze fällt. Nach der Füllung derselben wird in der erstern Richtung gedreht, wobei der Schieber sich wieder verschließt und die eingenommene Erde festhält. Dann wird der ganze Bohrer, so geschlossen, durch Wuchten herausgehoben und die Erde ausgeleert.

In weichem, wässerigem, aufgeschwemmtem Boden bedient man sich, namentlich in Holland, einer Art Sackbohrer. Dieser besteht aus

einer langen Stange mit einer eisernen Spitze, die nebst einem messerförmigen eisernen Bogen, dem Bügel, ein Netz einschließt. Was der Bügel ausschneidet, fällt in das Netz und wird darin herausgeschafft. Das Netz ist von Eisendraht. Fig. 53 stellt einen solchen Sandbohrer dar, wie ihn die Berliner Brunnenmacher gebrauchen, um den Sand bei Versenkung (Absenkung) neuer, oder auch bei Versandungen alter Brunnen heraus zu bohren. Der eigentliche Bohrer ist 3′ lang, der Bügel, worin der Beutel oder Sack hängt, hat 15″ im Durchmesser. Die hölzerne Stange, unten 3″ oben 2″ stark, ist dort gewöhnlich 16 — 20′ lang. An ihr ist der Bohrer befestigt, so wie die Taue zum Drehen, Herausziehen und Knebel.

§. 119.

Der feste Grund findet sich entweder gleich auf der Oberfläche der Erde, in welchem Falle es eigentlich gar nicht nöthig wäre, mit dem Fundament in die Erde zu gehen, und es könnte das Gebäude gleich auf diese gesetzt werden, wenn nicht die früher angegeben Gründe die Ausgrabung auf wenigstens einige Fuß erfordern würden, oder der feste Grund wird erst in einer Tiefe von 5 bis 8 Fuß, auch wohl in noch größerer Tiefe von 10 bis 16 Fuß angetroffen.

Oft kann man auf die gefundenen bessern Erdschichten, wenn sie auch schwach sind, ihnen aber die erforderliche Cohäsion wie bei fettem Thon oder Letten beiwohnt, ein großes Vertrauen setzen, um Gebäude von großem Gewicht unmittelbar auf sie zu fundiren; denn diese Schichten haben öfters eine Unterlage von dichtem grobkörnigem Sand, oder einer andern gediegenen Erdmasse, welche ihr Einbrechen oder Zurücksinken durch irgend eine große Last verhindert.

So soll, nach Ziegler's „Preisschrift über die Festigkeit des alten römischen Mauerwerks“, die alte Kreuzkirche in Dresden mit ihren sehr hohen Thürmen auf einer nur 4 Fuß dicken Thonschicht, worunter Triebsand war, 400 Jahre ohne alle Senkung gestanden haben. Dieser Triebsand war aber sicherlich in einem von festen Erdmassen gebildeten Behälter eingeschlossen, wo er nicht seitwärts ausweichen konnte; sonst würde die verhältnißmäßig zu schwache Thonschicht der Last nicht widerstanden haben.

Manger sagt in seiner ökonomischen Bauwissenschaft, daß das Fundament zu dem neuen Palais bei Sanssouci nur einige Fuß tief

in der Erde auf einem festen Sandgrunde aufgeführt worden sei und die Mauern noch nicht die geringste nachtheilige Spur zeigten.

In vielen Fällen durchbricht man daher diese festen und dichten Erdschichten nicht, um ein Gebäude darauf zu gründen, sondern man lagert die Grundmauern unmittelbar auf ihre horizontal abgeebneten Flächen, oder giebt ihnen höchstens einen Bohlen- oder Balkenrost zur Unterlage, um einen gleichförmigen Druck darauf zu erzeugen.

Dieses Rostes bedient man sich auch, um nachgiebige Stellen im Grundgraben damit gleichsam zu überdecken und das Gebäude gegen ein theilweises Sinken zu wahren. Die festern Puncte des Grundgrabens haben dann den Druck vorzugsweise von oben zu erleiden und die weichern Stellen werden weniger gepreßt. Dadurch wird ein totales, sich über die ganze Ebene des Grundgrabens verbreitendes Sinken des Gebäudes hervorgebracht, welches der Baumeister vorzugsweise zu erstreben hat. Denn jedes Gebäude setzt sich; geschieht nun dieses Setzen gleichförmig, so hat dieses keinen nachtheiligen Einfluß auf die Festigkeit und den Zusammenhang des Gebäudes.

Bei der Anlage eines solchen flachen Bohlen- oder Balkenrostes gehe man von der Vorstellung aus, daß eine Bohle oder ein langer Balken, überhaupt ein Körper mit ausgedehnter Unterfläche, nicht so leicht in den Boden eingedrückt werden kann, als einer mit schmälerer Unterlage oder gar mit scharfer Kante. Durch die Anwendung dieser Roste werden daher viele Kosten erspart und es ist gar nicht nothwendig, mit den Fundamentmauern tief in den Boden einzugehen, in der Meinung, eine festere Unterlage für das Gebäude zu erlangen. Gilly a. a. O. bemerkt, daß die so sehr belasteten Kaufmannsspeicher zu Stettin auf einem an der Oder befindlichen torf- oder wiesenartigen Grunde stehen, der erst 8 bis 10 Fuß tief unter sich festen Sandgrund habe, und man dürfe nur etliche Fuß tief graben, so fände sich das Grundwasser. Bei der Gründung neuer Gebäude würden auf diesen schwammigen Wiesenflächen, und sobald das Grundwasser sich zeige, sogleich die liegenden Roste gelegt und die Grundmauer gehörig gleichförmig aufgeführt, unterdessen die Senkung des Rostes merklich verspürt werde, die aber, wenn das Fundament eine gewisse Höhe erreicht habe, gänzlich aufhöre, so daß alsdann kein weiteres Nachsinken erfolge und die Gebäude sicher und fest ständen.

Das Setzen der Gebäude auf einem weichen Grunde erfolgt also regelmäßig, geht aber ohne Gefahr für das Gebäude vorüber. Gilly

bemerkt: „Aus eigener Erfahrung könnte ich aber verschiedene Fälle anführen, wo das Sinken oder Setzen nicht weiter als bei Legung der Grundmauer erfolgt ist; z. B. bei Erbauung der massiven Kirche in Swinemünde wurde in geringer Tiefe unter der Oberfläche und dem unter dem Sande befindlichen niedrigsten Wasserstande der Oder ein bloßer Bohlenrost gelegt, und das Gebäude steht nunmehr schon über zehn Jahre, ohne Bemerkung des geringsten Sinkens."

Im schwammigen sumpfigen Boden kann man sich daher allgemein der liegenden Roste bedienen, um die schwersten Gebäude darauf zu setzen, wenn nur Erde genug sich vorfindet, worauf sie gelegt werden können. In trocknem Boden ist daher die Legung eines Rostes durchaus verwerflich, ja sie wirkt in kurzer Zeit verderblich auf das Gebäude ein; wenn nämlich das Holz des Rostes vermodert und seinen Widerstand verliert. Auf lockerm Boden darf man aber auch nicht bauen, da muß man bis auf den festen natürlichen Grund mit dem Fundament in die Erde gehen, Höhlungen, Wasseradern, die den Bauplatz durchziehen, müssen mit Vorsicht überwölbt oder mit hinreichend starken Steinplatten überdeckt werden.

§. 120.

Von der Anlegung des Grundgemäuers.

Die verschiedenen Bodenarten lassen sich in drei verschiedene Klassen theilen, nämlich 1) in Gestein, 2) in Sand, 3) in Erde. Die Oberfläche aber, worauf gebaut werden soll, ist entweder trocken oder unter Wasser.

Hat ein Bauherr in der Benutzung des Platzes freie Wahl, so kann er sich einen Grund aufsuchen, auf welchem am vortheilhaftesten zu bauen ist; ist er aber mit dem Platze eingeschränkt, da muß der Werkmeister wissen, den Grund fest und dauerhaft zu machen.

Felsen ist, wie schon erwähnt, der festeste Baugrund, der bei gehöriger Dichtigkeit eine ewige Dauer verspricht. Hätte aber der Felsen hohle Stellen und das obere Gestein nicht die erforderliche Stärke, ein Gebäude zu tragen, so müßte man das Gestein wegschaffen und in den Höhlungen oder in dem weicheren Boden in gewissen Abständen Pfeiler aufführen und starke Bogen darüber schlagen, die tüchtig genug sind, die Last der darauf aufzuführenden Mauer zu tragen. Eben dieses muß auch geschehen, wenn man genöthigt ist, auf Klippen und einige Felsenstücke

zu gründen, da dann die Felsenstücke, wenn es ihre Dichtigkeit und Stärke und die Art des Gesteines erlaubt, gleich selbst als Widerlager zu den darüber zu sprengenden Bogen dienen können.

Ist man von der Dichtigkeit und Tragkraft des Felsens überzeugt, so müssen die Schichten, auf die gemauert werden soll, die sich nach der Oberfläche des Gesteines richten und bald auf- und bald abwärts laufen, ausgeebnet werden. Ist die Oberfläche, worauf das Gebäude kommen soll, zu glatt, so muß sie durch Hülfe von Werkzeugen rauh gemacht werden, damit der Mörtel angreifen kann. Ist nun die Oberfläche eben, so hat der Bau weiter keine Schwierigkeit. Sollte aber an den Abhängen eines Felsens der Grund gelegt werden, so müßte man, das Herabrutschen des Gebäudes zu verhindern, den Felsen so einhauen, daß er da, wo man die Grundmauer aufsetzen will, eine horizontale Fläche bekommt, oder den Abhang des Felsens stufenweise abheben.

Bei Felsenabhängen kann man sich auch des sogenannten Steingrundes bedienen, der aus kleinen Steinen und Mörtel besteht. Diese Bauart wurde von den Alten sehr geschätzt, und sie verdient vor jeder andern den Vorzug, weil, wenn aller Mörtel verhärtet ist, eine Masse von außerordentlicher Festigkeit daraus entsteht, die nie nachgiebt, selbst wenn eine ungleiche Last darauf zu stehen kommt.

§. 121.

Der Bau eines solchen Steingrundes geschieht auf folgende Art: Man haut in den Felsen eine etwa 7 Zoll tiefe Vertiefung, oder einen Graben von der Breite, als die Mauer dick werden soll. Die Seiten setzt man mit Brettern aus, welche oben möglichst horizontal fortlaufen, unten aber sich nach der Oberfläche des Felsens richten müssen. Diese Bretter formiren gleichsam einen langen Kasten, in den eine große Menge kleiner Steine in Faust-Größe und mit Mörtel vermengt schichtenweise von 3 zu 3 Zoll eingeworfen wird. Ist der Kasten mit dieser Masse angefüllt und von Schichte zu Schichte mit großen Hammern oder hölzernen Stampfen festgestoßen worden, so wird die Masse nochmals mit dünnem Mörtel ausgegossen. Ist nachher dieses Mauerwerk hart und trocken genug, so werden die Bretter weggenommen.

Hat man zu einem solchen Grunde harte Steine zu verwenden, so kann man denselben mit bloßem guten Kalk anlegen. Man bedient sich dann zweierlei Arten von Kalk: Der beste wird mit grobem Sand oder

Kies gemischt; der schlechtere aber mit kleinerem Gestein; im Uebrigen verfährt man nach der schon beschriebenen Art.

§. 122.

Die zweite Art des Bodens besteht im Sande. Von diesem hat man dreierlei Arten, nämlich:

A) Groben Sand oder Grand, B) Triebsand, C) Quellsand. Die erste dieser Sandarten gehört zu den Baugründen, und auf diesem kann die Gründung ohne besondere Hülfsmittel vorgenommen werden. Die beiden andern Arten aber gehören zu den schlechten Baugründen.

Der Triebsand, ein Gemenge von ganz kleinen Sandkörnern, ist aber mitunter noch besser als der Quellsand. Man muß ihn wo möglich wegnehmen, um einen bessern Grund zu bekommen. Dafern sich aber kein besserer Grund findet, muß man auf die oben beschriebene Art einen Steingrund legen.

Geht solcher Sand über einen großen District verbreitet tief in die Erde hinab, so steht er fest und man hat nur zu beobachten, daß die Grundmauern möglichst flach in demselben angelegt werden; denn gräbt man zu tief bis unter den gewöhnlichen Wasserstand der Jahreszeit, so quillt mit dem Wasser zugleich der Triebsand in dem gemachten Grundgraben hervor und bewirkt, daß der über den entstehenden Höhlungen stehende Triebsand nachfällt und das Ausgegrabene wieder nachrutscht.

Beide Sandarten, der grobkörnige und der Triebsand, geben also einen guten Grund; aber an Bächen und Flüssen und da, wo einestheils die Grundmauern beständig durch bewegendes Wasser unterspült werden können, oder wo dergleichen Sand entweder in der Tiefe oder seitwärts mit Erdarten abwechselt, nicht.

In solchen Fällen müssen unter den Grundmauern Röste und wohl auch Pfahlwerke geschlagen werden.

Der Quellsand, in welchem sich Wasserquellen befinden, trägt kein Gebäude. Sollten aber in solchen Gegenden Gebäude erforderlich werden, so hat man folgende Hülfsmittel anzuwenden:

Ist der Platz des Gebäudes abgestochen, so schafft man alle zum Grundbau nöthigen Materialien herbei und gräbt so viel Grund aus als man im Stande ist, in einem Tage Mauerwerk aufzuführen. Hierauf legt man so geschwind als möglich unten in den Grund eine Reihe großer Bruchsteine oder platte Steine, über diese eine Schicht, die ordentlich in

Kalk gelegt ist, alsdann noch eine Schicht auf eben diese Weise, und fährt so ununterbrochen fort, und zwar so geschwind als möglich, um zu verhindern, daß die Wasserquellen die Arbeit nicht überschwemmen.

Kommen nun auch die untern Schichten unter Wasser zu stehen, so macht dieses nichts aus, in einiger Zeit wird der Grund eine solche Festigkeit erlangt haben, als wenn er auf festem Boden gesetzt worden wäre. Man kann die Mauern darauf setzen, ohne zu befürchten, daß der Grund jemals sinken oder weichen werde.

Bei dem Quellsande ist es nicht rathsam, einen Pfahlrost einzulegen, weil dieser bei dem Einrammen der Pfähle die Quellen hervorlocken würde.

Bei nur etwas sandigem Boden kann man bis auf den festen Grund ausgraben, ringsum Dielen oder kleine Pfähle einrammen und festen Thon an den Grund schlagen, damit das Wasser nicht durch den Sand dringe und sich in den Grund einwühle.

§. 123.

Die dritte Gattung des Bodens ist **Erde**, wovon es vielerlei Arten giebt, z. B. gute feste Erde, Thon-, Lehm-, Torferde.

Gute Erde, wie man sie gewöhnlich an erhabenen Orten findet, ist fester Grund, bei dem man nicht nöthig hat zu graben; dieses ist auch nicht rathsam, weil gewöhnlich schlechte Erde oder Quellen darunter verborgen sind. Bei dem Grundgraben sich vorfindende Quellen muß man ableiten oder zu verstopfen suchen. Da das Letztere nicht immer geschehen kann, so ist es besser, wenn man sie in kleine Gräben faßt und abzuleiten sucht.

Acker- oder Dammerde, die größtentheils die Oberfläche der Erde deckt, kann nie als Baugrund betrachtet werden, weil selbst das kleinste Gebäude tiefern Grund haben muß als diese Erde ihr Lager behauptet. Diese Erde wäre übrigens niemals als Baugrund anwendbar, weil die salinischen Theile dieser Erde die Feuchtigkeit anziehen und dadurch die Gebäude ungesund machen und verderben würden.

Thon ist kein guter Baugrund, weil er selten so mächtig und dick ist, um einem Gebäude Widerstand zu leisten und unter dem Thon gemeiniglich Sand folgt, der Wasser bei sich führt.

Bei diesem Grunde ist es ebenfalls nicht rathsam, Pfähle einzurammen, da die Erfahrung gelehrt hat, daß, wenn im thonigen Boden Pfähle an dem einen Ende des Grundes eingerammt worden sind, diese die an

dem andern Ende eingerammten zuweilen wieder heraustrieben. Der Pfahl bekommt also keinen festen Sitz und treibt überdies auch das Wasser hervor, das sich unter der Thonlage befindet. Bei schweren Gebäuden muß daher die Thonschichte durchgearbeitet werden. Ist aber der Thon mächtig genug, so kann man ihn zum Grunde brauchen, muß ihn aber mit einem Roste von Balken belegen. Der Zwischenraum der Balken wird mit Ziegeln, Kieseln, Schutt und Mörtel angefüllt, darüber kann man Dielen oder Bohlen auflegen und hierauf die Grundmauer setzen, oder auch die Bebohlung weglassen.

Lehm ist ein sehr zuverlässiger Baugrund, um ein Gebäude, selbst wenn es sehr schwer ist, sicher darauf zu setzen, weil er von Natur fest in einander gedrückt ist, so daß er weiter nicht weichen kann, und überdies gewöhnlich in mächtigen Lagern angetroffen wird.

Hält der Boden Torferde, oder ist er locker und morastig, so muß man nicht tief graben, sondern einen Rost legen, oder, wenn dieses nicht möglich ist, einen Pfalrost machen.

Erklärung der Roste zur Befestigung des Grundes.

§. 124.

Roste sind aus Balken oder Schwellen und Bohlen zusammen verbundene Unterlagen, welche entweder unmittelbar auf den weichen Grund oder auf vorher eingerammte Pfähle gelegt werden, worauf man dann die Grundmauer aufführt.

Die Roste unterscheiden sich daher in solche ohne Pfahlwerk und mit Pfahlwerk. Erstere, wovon Fig. 54 einen in Zeichnung darstellt, nennt man liegende, fliegende und auch gestreckte Röste, letztere aber, wie ein solcher in Fig. 55 dargestellt ist, heißen Pfahlröste oder Pilotagen.

Die liegenden Röste bestehen, wie schon gesagt, aus übereinander gelegten Bohlen oder Balken, oder bei leichten Gebäuden bloß aus Bohlen, so daß quer über den Grundgraben 2, 3 bis 4 Fuß auseinander Balken, oder 5 Zoll starke, möglichst breite Bohlen a Fig 54, die um einen guten Theil länger sein müssen als die Breite, welche die Grundmauer erhalten soll, eingelegt und so fest eingestoßen werden, daß ihre Oberfläche vollkommen wagrecht liegt. Auf die Unterlagen, seien es Balken oder Bohlen, werden nach der Länge des Gebäudes Bohlen b, oder auch Balken, und zwar nach Verhältniß der Breite der Grund-

mauer, zwei bis drei derselben gestreckt; in gleicher Höhe mit diesen Balken oder Bohlen b kommen die Unterlagen g zu den Quermauern zu liegen und über diese wieder in der Breite der Grundmauer die Balken c.

Endlich werden sowohl die Balken oder Bohlen c als auch die mit b bezeichneten quer über die Bohlen d liegenden Hölzer genagelt, wozu hölzerne Nägel verwendet werden können. Uebrigens kommt nichts darauf an, ob die Bohlen d in gleicher Horizontalfläche liegen, wenn auch die Querwände etwas höher liegen, da durch das darauf kommende Mauerwerk alles ausgeglichen wird.

Die Entfernung der Unterlagen a und g hängt von der Stärke der darauf liegenden Bohlen oder Balken ab, doch darf die Entfernung nicht über 6 Fuß sein.

Bevor die Bohlen d auf die Lager oder aus Balken bestehenden Schwellen b aufgenagelt werden, sollen die zwischen ihnen und den ersten Grundlagen a und g sich gebildeten Zwischenräume erst mit kleinem Gestein ausgeschlagen, oder auch wohl ausgemauert und so der Rost erst ganz geebnet werden.

Zwischen den Balken b und c kann $1^1/_2$, höchstens aber auch 2 Fuß Zwischenraum bleiben. Ferner ist darauf zu sehen, daß die nach der Länge der Wände gestreckten Bohlen oder Balken nicht mit ihren Enden auf ein und dieselbe Unterlage treffen, sondern die Enden dieser Bohlen müssen wechselsweise an einander stoßen oder sich verschließen.

Da, wo das Mauerwerk zu kostbar wäre, können auch die leeren Vierecke, die das Grundgeschwell bilden, mit Kies und Schlacken ausgefüllt und hernach der Rost mit klarem Sande oder ganz kleinen Stücken Ziegelstein überschüttet werden, auf welchen zwei bis drei Querfinger hoch guter fetter Kalk gelegt wird. Anstatt des Sandes kann man auch gute klein gestoßene Kohlen auf den Rost schütten. Diese, so wie der Sand, halten die Fäulniß, welche das darauf gesetzte Mauerwerk verursachen könnte, von dem Roste ab und verhindern auch, daß die Feuchtigkeit nicht von unten auf in das Gebäude dringen kann. Alsdann darf man nur breite lagerhafte Steine darauf legen, von denen man überzeugt ist, daß sie fest genug sind, die Last der obern Mauer zu tragen, wenn man die Bohlung des Rostes ersparen will.

Noch wird die Festigkeit des Grundes sehr vermehrt, wenn die äußere Seite der Grundmauer über die Erde herauf von gehauenen Steinen gemauert werden kann.

Fig. 54 Lit. B. zeigt die Seitenansicht des liegenden Rostes, woraus zu ersehen ist, wie die Schwellen b auf die Schwellen a und auf diese wieder die Querschwellen c aufgekämmt werden.

In Ansehung der Gründungsart dieser Roste sagt M. Fermin in den Mémoires critiques de l'architecture p. 212 etc.

„Es ist ein Mißbrauch, die Fundamente der gewöhnlichen Gebäude sehr tief zu machen; selbst wenn der Grund zweideutig ist, so hat man nicht nöthig, mit dem Fundamente tiefer als 2 Fuß unter den Kellergrund zu gehen."

„Macht eure Haupt- und Scheidemauern von guten Materialien und führt alles gehörig und wagerecht auf, wenn ihr vorher 3 bis 4 Zoll starke Zimmerhölzer nach der ganzen Breite der Fundamentgräben gelegt habt, und geht damit nicht tiefer als etwa 2 Fuß unter den Kellergrund; besorgt nicht, daß euer Gebäude nachgeben werde, denn sämmtliche Mauern drücken gleichförmig auf den Rost und können selbst dann nicht in den darunter befindlichen Boden eindringen, wenn letzterer nicht völlig dicht sein sollte."

§. 125.

Die Pfahlroste dienen eigentlich mehr zum Wasserbau als zum Landbau, indem man bei dem Landbau immer solche Plätze, an welchen Pfahlroste unvermeidlich sind, nicht als Baugründe wählt, jedoch ist man auch öfters gezwungen, zu Pfahlrosten seine Zuflucht zu nehmen.

Die Pfahlroste, deren man sich bedient, wenn sich über dem in der Tiefe vorfindenden festen Grunde Schlamm, Moorgrund oder sonst schlechtes Erdreich befindet, müssen eine solche Festigkeit erhalten, daß die Pfähle durch die darauf kommende Last des Gebäudes unter keiner Bedingung tiefer sinken oder getrieben werden und sich auch nicht durch einen etwa vorkommenden schiefen Druck auf die eine oder andere Seite ziehen können.

Um also beides zu verhüten, müssen die Pfähle bis auf einen hohen Grad von Festigkeit in den Boden eingeschlagen oder eingerammt werden, so daß sie auch mit dem schwersten Rammklotze bei mehrmals wiederholten Schlägen nicht weiter getrieben werden können.

Hat man sich schon von den benachbarten Häusern, oder durch behutsames Bohren, oder noch besser durch Probepfähle, welche mit größerer Anstrengung und Aufmerksamkeit eingeschlagen wurden, von der Tiefe des guten Grundes oder von der Länge der Pfähle einigermaßen unterrichtet, so kann man Pfähle, welche ungefähr die Tiefe erreicht haben und in drei bis vier Hitzen, jede von 25 Schlägen mit einem Bär von 8 bis 9 Centner, wobei der Bär 5 Fuß hoch gezogen wird, nicht tiefer eindringen, als fest erklären, um ein massives drei Stock hohes Haus mit Zuverlässigkeit darauf zu setzen.

Die Construction des Pfahlrostes ist nun folgende: Fig. 55. Man gräbt zuerst den Grund des Gebäudes aus und theilt die Pfähle ein, wie solche nach den darauf zu legenden Schwellen a und d nöthig sind, und rammt einen nach dem andern so fest als möglich ein, wie solches in Lit. B. bei ppp zu ersehen ist, wobei sich die Länge der Pfähle nach der Beschaffenheit des Grundes richten muß; in jedem Falle werden aber die Pfähle etwas länger gelassen. Sobald eine Seite des zu gründenden Gebäudes mit der hinlänglichen Anzahl von Pfählen versehen ist, nimmt man den niedrigsten Pfahl als Norm an und schneidet, im Fall er schon die erforderliche Tiefe, die der Grund bekommen soll, zeigt, alle Pfähle nach diesem ganz wagrecht ab und schneidet auch Zapfen an diese Pfähle, worauf die Kronschwellen a gesteckt werden, die daher mit Zapfenlöchern, die erst nach erfolgtem Einrammen der Pfähle gelocht werden, versehen sein müssen.

Auf dieselbe Art werden auch die Pfähle der Scheidewände und Quermauern bestimmt und festgeschlagen, worauf man die Schwellen d aufsetzt.

Sind so die Grundschwellen gelegt, so verbinde man diese mit Querriegeln e, die, wie Lit. B zeigt, über diese Schwellen gekämmt, öfters auch mit sogenannten Schwalbenschwänzen versehen werden.

Die Anzahl der Reihen der Grundpfähle, wie auch die Anzahl der Schwellen bestimmt die untere Grundbreite der Fundamentmauer. Die Pfähle unter sich dürfen nicht weiter als $3\frac{1}{2}$, höchstens 4 Fuß auseinander stehen, und zwar sollen sie soviel als möglich in jeder Reihe abwechselnd geschlagen sein.

Die Entfernung der Querhölzer e oder Zangen soll nicht größer als höchsten 5 Fuß genommen werden.

Die Hauptvorsicht muß bei den Ecken angewendet werden, die man deswegen mit einem vorspringenden Rost wie mit einem Bollwerk versieht.

Die auf den Pfählen liegenden Schwellen müssen mit ihren Enden jedesmal auf einem Pfahle zusammenstoßen; es dürfen aber nicht zwei oder drei gegen einander liegende Schwellen auf gegenüber stehende Pfähle gestoßen werden, sondern diese Stöße müssen gehörig abwechseln.

Bevor die Kronschwellen auf die Pfähle aufgelegt werden, müssen die zwischen ihnen stattfindenden Zwischenräume gut ausgesteint oder mit Kies und Sand ausgefüllt werden, wie auch die zwischen den Kronschwellen und Zangen entstehenden Zwischenräume mit Gestein wie bei dem liegenden Roste zu behandeln sind; worauf man erst die Schwellen mit den Dielen oder Bohlen f benageln kann.

Einige Baumeister rathen an, diese Zwischenräume mit kurzen, nicht starken Pfählen, welche sie Füllpfähle nennen, auszuschlagen.

Bei Gebäuden an Flüssen, Wasserbauten, Mühlen, Brücken u. s. w. ist es wegen des Unterwühlens der Gebäude und Ausgraben der Pfähle durch das Wasser nöthig, die Pfahlroste auf irgend eine Art zu schützen, welches mit sogenannten Spundwänden geschieht.

Eine Spundwand besteht aus eingerammten, in einander gefügten Pfählen, oder auch nur aus zusammengefügten Bohlen. Erstere haben den Namen Spundpfähle, letztere heißen Spundbohlen.

Die Fig. 56, 57, 58, 59 zeigen die verschiedenen Arten, nach welchen die Verspundungen ausgeführt werden.

§. 126.

Gründung durch Sandschüttung. Ist ein Boden, auf dem gegründet werden soll, zu weich, als daß er Mauerwerk von erheblicher Schwere zu tragen vermöchte, und will man der Kosten wegen keinen Rost anfertigen, so kann man den weichen Boden durch eine Sandschüttung dichter, folglich auch fester und tragbarer machen. — Man bedient sich hierzu gern eines groben Kiessandes, der möglichst rein und scharfkantig sein soll; zur obersten Schicht nimmt man feinern Sand zur Ausgleichung. Das ganze Verfahren besteht allein darin, daß man auf den weichen Boden eine hinlänglich dicke und breite Sandschicht schüttet, damit sie dem Drucke des aufzuführenden Gebäudes gehörigen Widerstand leiste und auch nach der Seite hin nicht ausweiche. Die Sandschüt-

tung muß also nach allen Seiten hin bedeutend breiter werden, als das darauf zu errichtende Gebäude Flächenraum hat.

Im Jahr 1830 gründete der französische Ingenieur Gauzence das Portal der Wache von Mousserolles zu Bayonne auf Sandschüttung.

Der Boden, auf dem dieses Portal errichtet werden sollte, bestand aus fettem, schlüpfrigem Lehm, der sich auf eine bedeutende Tiefe erstreckte. Nach Herrn Gauzence's Vorschlage wurde nun der fette Lehmboden ungefähr drei Fuß tiefer als der steinerne Unterbau gelegt und an der Stelle, wo eine Säule errichtet werden sollte, ausgegraben; diese 3 Fuß wurden mit Sand ausgefüllt, den man in die ausgestochenen Oeffnungen fest einrammte. Ueber diesen Sand wurden zwei Lagen Bruchsteinmauerwerk gelegt und darüber eine Lage von behauenen Bausteinen, welche die Unterlage bildeten, auf welcher die Säule erhoben wurde. Bevor die Säulen oberhalb beendigt waren, wurde eine derselben zum Versuche mit einem Gewicht von 20,000 Pfund belastet, wodurch gar keine bemerkbare Störung im Fundamente erzeugt wurde. Der Bau war im October 1830 vollendet und es hat sich bis jetzt noch kein Sinken oder Verschieben des Fundamentes bemerkbar gemacht, obgleich jede Säule ein Gewicht von 20,000 Pfund trägt. Eine Mauer desselben Wachthauses, auf gewöhnliche Art gegründet, hat sich seitdem nicht unbedeutend gesenkt.

Für die Erbauung des Artilleriearsenals in Bayonne wurde eine andere Art der Sandgründung angenommen. Der Boden bestand gleichfalls aus sehr fettem Lehm und Thon, wie vorhin. Da des abwechselnden Wasserstandes wegen es nicht gerathen war, einen Holzrost anzuwenden, so schlug der Oberst Durbach vor: sich der sogenannten Sandpfähle zu bedienen. Der für die Schmiede bestimmte Theil des Gebäudes ist von viereckigen Pfeilern umgeben, die durch eine Mauer verbunden sind; jeder Pfeiler sammt der ihm aufgebürdeten Last hat ungefähr ein Gewicht von 70,000 Pfunden. Die Sandpfähle sind so vertheilt, daß jeder nur ungefähr eine Last von 4000 Pfund zu tragen hat. Die Anlage der Sandpfähle geschah auf folgende Art: Man trieb in den Boden einen gewöhnlichen Holzpfahl von ungefähr 7 Zoll im Quadrat und 6$^{1}/_{2}$ Fuß lang, dann zog man denselben wieder heraus und füllte das Loch, welches er gebildet hatte, nach und nach schichtenweise mit Sand, welcher lagenweise in das Loch fest eingestampft wird. Nachher wurde die Oberfläche des Bodens und dieser Pfähle gut geebnet und das Mauerwerk darauf

erbaut. Zum Herausziehen der Holzpfähle bediente man sich einer gewöhnlichen Zugmaschine mit Winde.

Im Jahre 1833 wurde des Oberst Durbach Verfahren in Paris beim Bau des St. Martincanals vom Ingenieur Herrn Mery, jedoch mit einigen Abänderungen, befolgt. Der Baugrund war sehr von Wasser durchzogen und durchdrungen, als man zur Arbeit schritt; der Sand hätte leicht weggespült werden können, man bediente sich daher einer Mischung von Mörtel und Sand (Béton), die aus $^1/_7$ hydraulischem Kalk und $^6/_7$ Sand bestand. Diese Mischung erhärtete bald nachher, nachdem sie an Ort und Stelle gelegt war. Im allgemeinen empfiehlt man für derartige Zwecke einen mittelmäßig feinen, möglichst gleichförnigen und nicht erdhaltigen reinen Sand, den man gehörig durcharbeitet und immer in Lagen von 8—9 Zoll Dicke aufgiebt und festrammt.

In Bayonne wurde im Jahr 1837 zum Bau eines Militärhospitals das Fundament auf eine 3—4 Fuß hohe Schicht von Sand gelegt, die auf den dort liegenden tiefen Moorgrund gebracht, die erforderliche Dichtigkeit dadurch erlangte, daß man so viel Wasser auf die Sandschicht laufen ließ, als sie einzusaugen vermochte. Nachdem diese Sandlage ausgetrocknet war, erhielt man einen zusammenhängenden, steinartigen Grund, auf den man, mit Ersparung von Pfahlgründung, das Gebäude erbaute.

§. 127.

Gründung auf Brunnen oder Pfeiler.

Findet sich der feste Baugrund erst in großer Tiefe, trifft man aber schon früher auf Grundwasser, welches auszuschöpfen sehr kostspielig sein würde, so pflegt man auch die Gründung auf Brunnen anzuwenden, wenn der feste Baugrund nicht über 18 bis 20 Fuß tief liegt.

Wenn das weiche Erdreich an der bestimmten Stelle des Brunnens etwa 6—7 Fuß ausgegraben ist, so wird ein Kranz a a Fig. 60, welcher aus doppelten $1^1/_4$zölligen Brettern mit eisernen Nägeln dergestalt zusammengenagelt ist, daß die Köpfe derselben abwechseln, wagerecht gelegt und mit dem Mauern von keilförmig gestrichenen Steinen in Kalkmörtel der Anfang gemacht; Fig. 61 bei b b b. Hat man den Brunnen etwa $5^1/_2$ Fuß aufgeführt und will man nun zum Senken desselben schreiten, so wird das Mauerwerk nach Fig. 62 mit dünnen Brettern c und einem Taue d geschient, wie dies im Grundrisse Fig. 63 wahrzunehmen

ist, um beim Senken, wenn es nicht genau in senkrechter Richtung vor sich geht, das Verschieben und Auseinanderdrängen der Steine zu vermeiden. Nach diesem wird das im Brunnen angesammelte Wasser ausgeschöpft und mit dem Senken der Anfang gemacht. Das unter dem Kranze befindliche Erdreich wird nach Erfordern mit einem Stoßeisen oder mit einer Hacke losgestoßen, oder innerhalb des Umkreises des Kranzes 1 bis 1½ Fuß tief ausgegraben, und nun sinkt der Brunnen, sobald ihm die Unterstützung genommen ist, bis auf den noch bestehenden Boden hinab. Auf diese Weise fährt man mit dem Senken fort, bis der Kranz den festen Boden erreicht hat. Ist während des Senkens der geschiente obere Theil so weit hinunter gekommen, daß er vom Erdreich umschlossen wird, so werden die Schienen abgenommen und wieder um den höher aufgemauerten Theil des Brunnens angelegt. Nachdem der Brunnen den festen Boden erreicht hat, wird ein auf 2 Latten genagelter runder Boden von 1¼zölligen Brettern, Fig. 60 f und Fig. 63 f, in denselben hinuntergelassen und mit einigen großen Steinen beschwert, damit ihn das Wasser nicht wieder in die Höhe heben kann, und dann werden einige Karren feiner Kalk und Mauerschutt darauf geworfen. Dieser feine Schutt drängt sich, wie Fig. 64 bei g g zu sehen ist, durch die Oeffnungen des Bodens und füllt alle Zwischenräume aus, nachdem wieder einige Karren Mörtel und Steine hineingeworfen worden. Diese Steine dürfen aber nicht zu groß sein, weil sonst Zwischenräume entstehen, wodurch das Ganze nicht die gehörige Festigkeit erhalten würde. Ist auf diese Art der Brunnen ausgefüllt und, sobald man über dem Grundwasser bequem arbeiten kann, gehörig ausgemauert, so daß die letzte Lage wie bei k Fig. 64 einige Zoll über der Brunneneinfassung erhoben bleibt, um für das Zusammensetzen der Ausfüllung einigen Spielraum zu lassen; dann wird der Brunnenpfeiler ungefähr 1½ Fuß hoch, nach dem Profil Fig. 64 i und dem Grundrisse Fig. 65 mit großen Steinen übermauert. Auf dieser Lage wird (Fig. 66 k) das Mauerwerk eingezogen und die Pfeiler werden als Fundamente zu den Bogen 1½ bis 2 Fuß hoch aufgeführt und abgeglichen. Nun werden die Lehrbogen ll (Fig. 64 und 66) auf die Ecken der Pfeiler (Fig. 64) bei m aufgestellt, welche hierauf wieder weggenommen werden.

Alsdann wölbt man die Bogen n n, auf welchen später das Fundament zu dem zu erbauenden Gebäude aufgeführt wird. Die Stärke der Bögen richtet sich nach der zu tragenden Last und hiernach auch die Weite

der Brunnenpfeiler im Lichten. Die Entfernung der letzteren wird wieder nach dem Zweck des zu errichtenden Gebäudes bestimmt; gemeiniglich werden sie jedoch unter die Pfeiler oder Schäfte des Gebäudes, wie der Grundriß Fig. 68 zeigt, angeordnet; bei freistehenden Gebäuden ist es gut, auch außerhalb der Ecken, Brunnen, wie dieser Grundriß zeigt, Strebebogen nach dem Durchschnitt Fig. 67 darauf anzubringen.

Eine Hauptbedingung ist es aber, diese Gründung nur der Aufsicht eines thätigen und über die solide Ausführung wachenden Mannes anzuvertrauen. Im Ganzen genommen kostet ein auf Brunnen gegründetes Fundament etwa nur den dritten Theil von dem, was eine bis auf den festen Grund gehende volle Mauer gekostet haben würde.

Wenn man die Brunnen in einem mit Wasser angefüllten Schachte versenken will, so wird das Mauerwerk über dem Wasserspiegel auf einen Rost gelegt, Fig. 69 und 69 A, und nach und nach, so wie das Mauerwerk wächs't, in die Tiefe versenkt, wobei es selbst aber immer in senkrechtem Stande erhalten werden muß. Die Kraft, womit das Mauerwerk gehalten werden muß, ist gleich seinem Gewicht, weniger dem Gewicht des Wassers, dessen Stelle der eingesenkte Mauerkörper einnimmt. Eine Vorrichtung zur Versenkung zeigen die beiden Figuren. Der Rost ist an 4 Seilen a, a, a, a, die hinreichend stark sein müssen, befestigt. Oben werden Winden angebracht, um die Seile gleichmäßig anspannen und nachlassen zu können, so wie die Mauerung außer Wasser höher aufgeführt wird.

Findet sich der feste Baugrund in einer geringeren Tiefe von etwa 8 bis 12 Fuß und ist auch der Andrang des Wassers nicht bedeutend, so pflegt man statt der Brunnen bloß viereckige Pfeiler von gewöhnlichem Ziegelmauerwerk aufzuführen, darüber Bogen zu spannen, diese Bogen oben wagerecht abzugleichen und darauf das Gebäude zu setzen.

§. 128.

Die Höhe der Grundmauer wird durch die Tiefe des Grundgrabens bestimmt; die Dicke der Grundmauer hingegen durch den Boden, worauf sie zu stehen kommt, und durch ihre Höhe.

Ein nachgebender Boden erfordert eine breitere Grundfläche als ein fester, und eine hohe Mauer erfordert ebenfalls eine größere Basis, als eine niedrige. Ist das Gebäude gut verbunden, so wird es auch auf

einer mäßigen Grundmauer feststehen; entsteht aber eine Ungleichheit im Drucke der Theile gegen einander, so wird auch eine dicke Grundmauer dagegen nichts helfen. Bei einem nicht völlig festen, jedoch mehr trockenen als nassen Grunde kann der Eindruck der Last eines Gebäudes selbst dadurch ansehnlich vermindert werden, daß man der Grundmauer eine desto größere Breite giebt.

Denn wenn eine bestimmte Last auf eine größere Grundfläche vertheilt wird, so wird im umgekehrten Verhältnisse jeder einzelne Theil der Grundfläche weniger belastet werden. Demnach wird bei einer bestimmten Last ein doppelt so breiter Grund in jedem einzelnen Theile nur halb so sehr belastet werden. Daher wird der Baumeister einen Grund, der durch Zusammenpreßbarkeit der Unterlagen einer Last nachgeben könnte, durch Verbreiterung sicherer machen können. Dieses dehnt sich auch auf die tieferen Grundlagen aus, die unter der oberen liegen. So wird auch der Seitendruck im Sand- und Erdgrunde, wie auch in brechbarem harten Boden durch Verbreiterung des Baugrundes vermindert werden.

Eine Grundlage wird, unter übrigens gleichen Umständen, desto mehr Widerstand leisten, je mächtiger sie ist. Bei brechbarem Grunde wird der Widerstand in einem größeren Verhältnisse zunehmen, als seine Mächtigkeit oder Dicke. In einem preßbaren Boden wird das Verhältniß der Zunahme der Preßbarkeit weit weniger vom Verhältniß der Mächtigkeit abweichen. Der Seitendruck in einem erdigen und besonders in einem sandigen Boden wird unter gleichen Umständen im Quadrat der Höhe zunehmen. Ein preßbarer Boden muß zuvor durch Schlagen und Rammen festgemacht werden. Eine 60 Fuß hohe Mittelmauer drückt auf einen Quadratfuß Grundsohle mit etwa 8000 Pfund und, Gebälke und Dachgewicht eingerechnet, mit etwa 19,000 Pfund. Diese Wirkung kann aber auch mit einem Rammklotze erreicht werden, dessen Wirkung umgekehrt größer wird, so wie seine Grundfläche (Sohle) kleiner wird.

R o n d e l e t entwarf nach seinen Versuchen im Betreff dieses Gegenstandes folgende Tabelle:

Pariser Fuße.	Pariser Pfunde.	Pariser Fuße.	Pariser Pfunde.	Pariser Fuße.	Pariser Pfunde.	Pariser Fuße.	Pariser Pfunde.
1	11,47	9	34,33	17	47,17	25	57,19
2	16,20	10	36,19	18	48,53	26	58,32
3	19,82	11	37,96	19	49,86	27	59,42
4	22,90	12	39,63	20	51,15	28	60,51
5	25,59	13	41,25	21	52,41	29	61,60
6	28,02	14	42,80	22	53,65	30	62,64
7	30,28	15	44,30	23	54,86	31	63,68
8	32,37	16	45,76	24	56,03	32	64,70

Der Gebrauch dieser Tabelle ist folgender:

Aufgabe I. Ein 120 Pfund schwerer Körper falle 12 Fuß hoch. Dieses Gewicht (120 Pfund) multiplicire man mit der Zahl 39,63, welche neben der Fallhöhe (12′) steht, so erhält man 4755$^3/_8$ Pfund als Wirkung durch diese Fallhöhe.

Aufgabe II. Ein 60,000 Pfund schwerer Mauerpfeiler habe vier Quadratfuß Grundfläche. Auf jeden Quadratfuß kommen demnach 15,000 Pfund. Wie hoch muß nun z. B. ein 750 Pfund schwerer Rammklotz fallen, um gleiche Wirkung zu haben (nämlich 15,000 Pfd.)? — Man theile $\frac{15000}{720}$, so erhält man 20. Neben dieser Zahl 20 (oder der ihr zunächst kommenden 19,82) steht 3. Demnach muß die Ramme von 750 Pfund Schwere 3 Fuß hoch fallen, um die verlangte Wirkung hervorzubringen. Bei wiederholten Schlägen wird der Boden immer mehr zusammengepreßt, so daß man dadurch desto sicherer auf eine gleiche Wirkung rechnen kann.

Nach dieser Erklärung Lambert's steht also der Eindruck der Körper auf jeden Punct der darunter befindlichen Fläche im umgekehrten Verhältnisse der Größe dieser Fläche.

Gesetzt, auf einem gleichförmig dichten Boden wären mehrere abgesonderte Pfeiler von verschiedener Grundfläche, aber gleicher Schwere, z. B. jeder von 60,000 Pfund, errichtet, so wird derjenige, welcher eine Grundfläche von nur zwei Quadratfuß hat, mehr Kraft oder Druck auf den Grund äußern, als ein anderer, der bei der nämlichen Schwere eine Grundfläche von vier Quadratfuß hat; wenn nun im ersten Falle die Eindrückung einen Fuß beträgt, so wird sie im zweiten Falle nur die Hälfte betragen, und wenn in einem dritten Falle die Grundfläche eines solchen Pfeilers 12 Quadratfuß betrüge, so würde die Eindrückung fast unmerklich sein.

§. 129.

Die obere Breite der Grundmauer wird nach der Stärke der darauf zu setzenden Stockmauern oder Wände bestimmt; um diesen Mauern gehörige Stabilität zu verschaffen, muß sie jedenfalls etwas breiter angenommen werden.

Hölzerne Gebäude erhalten gewöhnlich 10 bis 12 Zoll breite Schwellen und das Fundament ist, wenn Mauersteine dazu verwendet werden, gegen 15 Zoll breit, bei Feld- oder Backsteinen aber 18 bis 21 Zoll breit zu machen, so daß das Fundament immer etwas breiter wird als die Schwelle. Die Höhe des Fundamentes muß an derjenigen Stelle, wo bei einem ungleichen Baugrunde das Erdreich am höchsten ist, wenigstens 18 Zoll bis 2 Fuß über der Erde stehen; die Tiefe in der Erde richtet sich nach den früheren Bestimmungen.

Diese Verhältnisse gelten für die Umfassungsmauern der Gebäude sowohl, als für die Scheidewände; jedoch müssen die nach der Länge der Gebäude durchgehenden Mittelwände gute Fundamente erhalten. Die Fundamentmauern für die Umfassungsmauern der Gebände hat man so zu legen, daß ihre Breite $1^1/_2$ bis 2 Zoll außerhalb, die übrige Breite aber innerhalb der Schwelle vorsteht. Jedenfalls muß das Fundament eher aufgeführt werden, als das Gebäude aufgerichtet wird; denn es ist von Nachtheil, wenn die Untermauerung der Schwellen nach dem Aufrichten des Gebäudes vorgenommen wird.

Ist der Grund dieser Gebäude aus Bruch- oder Feldsteinen, so muß derselbe durch etwa drei Schichten Backsteine horizontal ausgeglichen werden, da dann die letzte eine Rollschicht (in welcher die Steine auf die hohe Kante gesetzt sind) sein sollte.

Bei massiven Gebäuden läßt man die obere Breite der Grundmauer unter der darauf zu setzenden Stockmauer an der Außenseite 2 bis 3 Zoll, an der Innenseite aber 5 bis 6 Zoll hervortreten. Bei Scheidemauern, welche auf die Mitte des Fundamentes zu stehen kommen, springt das Fundament zu beiden Seiten 2 bis 3 Zoll vor; ausgenommen sind davon diejenigen Scheidemauern, die als Widerlager der in das Gebäude kommenden Gewölbe dienen.

Verwendet man zum Fundamente Bruch- und Feldsteine, so muß dasselbe, wegen der irregulären Gestalt der Steine und der schlechten Bindekraft des Mörtels, zum Theil auch wegen der glatten Oberfläche der-

selben, um $^1/_6$ bis $^1/_5$ stärker gemacht werden, als wenn dazu regulär gehauene oder gebrannte Steine zu verwenden sind.

Die untere Breite des Fundamentes wird der sicherern Stabilität wegen etwas größer als die obere gemacht. In gewöhnlichen Fällen rechnet man auf jeden Fuß Höhe des Fundamentes zwei bis drei Zoll Erweiterung der Breite. Dieses schräge Zulaufen der Mauer nennt man die Böschung oder Dossirung derselben und wird gewöhnlich nach geraden Linien angegeben. Weil aber beim Dossiren die Steine schräg behauen werden müssen, so erleiden sie dadurch eine Schwächung. Es ist daher besser, dem Fundamente bis zur oberen Breite mehrere Absätze oder Stufen zu geben, und zwar den untersten oder breitesten Satz, das Banquett genannt, von den größten lagerfestesten Steinen aufzuführen, wenn das Grundgemäuer aus Bruchsteinen auszuführen ist.

§. 130.

Von den Futtermauern.

Futtermauern nennt man solche, welche nur an der einen Seite frei stehen und an der andern gegen den Einsturz des Erdreichs schützen, oder, wie an Flüssen, nicht bloß gegen den Einsturz des Ufererdreichs, sondern auch gegen das Eindringen und Auswaschen des davor befindlichen Wassers schützen. Sie kommen sowohl im Innern der Gebäude bei Kellern, Souterains u. s. w., als auch im Freien, z. B. an Straßen, Terrassen, Wällen, Kaien, an Strömen, Seen, Flüssen u. s. w. vor. Sie stehen, wie gesagt, nur an einer Seite, der sogenannten Tageseite, frei, mit der andern aber gegen den Erdboden. Fig. 70 und 71 stellen zwei verschiedene Arten derselben vor. ab heißt die Krone, ac die vordere Seite oder das Haupt. Die Hinterseite bd steht gegen das Erdreich. Die Grundsohle cd steht, wie hier angenommen wurde, auf einem gemauerten Banquett auf festem Grunde. Für den Fall, daß der Untergrund nicht sicher und Auswaschungen ausgesetzt sein sollte, so muß unter der Futtermauer gegen die Wasserseite hin eine Spundwand gezogen werden, auf deren Rähm (oder Holm) man die Futtermauer gegen die Wasserseite hin auflagert. Hat die Futtermauer eine große Höhe oder eine große Länge, so pflegt man in Zwischenräumen, welche der einmaligen Höhe oder Futtermauer gleich sind noch Strebepfeiler anzubringen, welche für sich wieder eben so stark, wie die Futtermauer gemacht werden. Die Stärke einer Futtermauer ist unter allen Umständen genügend, wenn die untere Breite

cd gleich der halben Höhe und die obere Breite ab gleich $^1/_4$ oder höchstens $^1/_3$ der Höhe gleich gemacht wird. Die Erweiterung, um welche die Sohle breiter gemacht wird als die Krone, nennt man **Auslabung** oder das **Mauerrecht**; die Seitenflächen sind dann gewöhnlich abgelöscht; jedoch pflegt man die vordere Seite lieber senkrecht zu machen, weil sie alsdann weniger der Verwitterung ausgesetzt sind.

Zu den Futtermauern wählt man, namentlich auf der Wasserseite, ein Gestein, welches von der Nässe nicht angegriffen wird; am besten eignen sich hierzu Granitplatten und Granitsteine, welche abwechselnd so gelegt werden, daß die Steine, wie Fig. **70** und **71** zeigen, in die Mauer hineinbinden und durch sie die schwächeren Plattenschichten gehalten werden. Die Hintermauerung kann von geringeren Steinsorten sogar mit Kalksteinen geschehen, weil sich diese, von Erde bedeckt, gut halten.

Die Hinterfüllung der Futtermauern darf aber erst vorgenommen werden, wenn sie gut ausgetrocknet ist. Man verwendet hierzu Sand, Erde und kleine Steine. Für die unteren Lagen sind größere Bruchsteine, die mit Lehm oder Thon in den Zwischenräumen ausgefüllt werden, am zweckmäßigsten. Zu den oberen Lagen nimmt man gewöhnlich Lehm oder Thon, die in horizontalen Schichten eingestampft werden. Uebrigens muß man alle Nässe so abzuhalten suchen, daß sie nicht hinter die Mauer dringen kann. Man muß daher von der Krone nach hinten abwärts ein abhängendes Pflaster auf einer Thonlage machen, um die Nässe von der Mauer abzuhalten und ihr tiefes Eindringen ins Erdreich zu hindern.

Die Futtermauern werden zuweilen an der Hinterseite durch Absätze verstärkt und es heißen dann diese Absätze **Fußbänke**, **Banquetts**.

In Hinsicht der Grundform der innern Strebepfeiler haben die rechtwinkeligen den Vorzug vor allen andern. Es kommt also bei Pfeilern, welche rechtwinkelig aus den Mauern entspringen, nur auf die Bestimmung ihrer Höhe, Breite und Länge oder Tiefe an. In dieser Beziehung hält man es, unter Voraussetzung der Eigenlast und der Mauer gleichdrückender Hinterfüllungslast, für vortheilhaft, dem Strebepfeiler $^1/_4$ der Mauerhöhe zur Länge oder Tiefe und $^1/_5$ der Höhe zu seiner Breite zu geben; mit der Mauerhöhe aber haben die Pfeiler gleiche Höhe und gleiche Länge zur Zwischenweite oder Lichtentfernung von einem Pfeiler zum andern. An Gebäuden aber, welche bedeutenden Erschütterungen ausgesetzt sind, ist es jedenfalls vorzuziehen, eine innere und äußere Ver-

stärkung nach einer Böschungs- oder Stufenlinie in der ganzen Länge der Futtermauer anzulegen.

Die äußere Böschungslinie ist jedenfalls besser als die gerade, die innere Stufenlinie besser als die Böschungslinie. Denn in der geraden Linie ist eine schärfere und dichtere Fuge möglich, und kann folglich dem Eindringen der Witterung und des Wassers kräftiger Widerstand leisten; die innere mit jedem Material leichter zu bewirkende Stufenlinie aber ist weniger schwierig in der Ausführung und weniger kostbar, trägt auch zur Verminderung des Seitendrucks sehr wesentlich bei; auch kann sie weniger Mauerrecht als die von unregelmäßigen Steinen errichtete gerade Böschungslinie erhalten.

Die Art und Beschaffenheit der Hinterfüllung hat auf den Druck und auf die Böschungslinie den wesentlichsten Einfluß, weil die Hinterfüllung aus Erde, Kies, Sand, Lehm, Thon, Steinen u. s. w. bestehen kann, jeder Stoff aber mehr oder weniger drückt und keiner derselben im trocknen Zustande in einer verticalen Wand liegen bleibt, sondern bis zu einer gewissen schiefen Fläche oder nach verschiedenen Winkeln abgleitet. Je kleiner nun unter übrigens gleichen Bedingungen der Winkel des Erdtheiles über der Ausgleitungsfläche ist, desto stärker wirkt auch verhältnißmäßig auf die Erdmasse der Druck derselben auf den untern Theil der senkrechten Mauerfläche bis zu einer gewissen Grenze, wo er der senkrechten Lage sich nähert und endlich in eine solche übergeht, da dann der Seitendruck gänzlich aufhört; doch kann dieses nur bei einer Hinterfüllung stattfinden, die als ein einziger in horizontaler Schichtung senkrecht wirkender Körper zu betrachten ist.

Der Böschungswinkel oder der Winkel, welchen die Abgleitungsfläche verschiedener Hinterfüllungen mit der Horizontallinie macht, ist:

bei feuchtem Sande . . . . = 24°
» trocknem Sande . . . . = 32°
» feuchter Gartenerde . . = 27°
» trockner Gartenerde . . = 37°
» grobem Kiese . . . . . = 36°
» trocknem feinem Thon . = 45°
» Staubkalk . . . . . . = 50°

Im allgemeinen kann jedoch nur der Erdkeil, welcher über der Abgleitungsfläche ungefähr unter einer 45° geneigten Linie hinter der Mauer liegt, in einer schiebenden Bewegung als wirkend angenommen werden,

demnach ist auch der Druck dieses Keiles, schon der größeren Erdmasse wegen, auf den unteren Theil der Mauer am stärksten, und die Mauer müßte in ihrem Ruhepuncte auswärts geschoben werden, wenn nicht die Eigenlast der Mauer und deren Cohäsion dagegen wirkte und dieser Ruhepunct bei seiner Nähe und Verbindung mit dem Grunde und dem Seitendrucke nicht zu wenig Fläche darböte. Da nun dieser größte Druck oder der Mittelpunct der Erdpressungen, welcher stets in $^1/_3$ der Druckhöhe von unten aufliegt, unten Widerstand findet, so wirkt er höher nach oben, wo er nach allen Seiten mehr Ausbreitung hat und die Mauer ausbaucht. Diese Ausbauchung beginnt stets von unten auf in dem ersten Drittel der Höhe. Die Erfahrung lehrt, daß die Ausbauchung bei einer aus kleinen und regelmäßigen Steinen errichteten Futtermauer leichter geschieht und stärker ist als bei größeren Steinen, und es ist sogar denkbar, daß, wenn der dritte Theil einer Fundamentmauer von unten auf aus einem einzigen festen Körper bestände, derselbe herausgeschoben werden könnte, wenn die Eigenlast der Mauer dem Erddrucke nicht das Gleichgewicht hielte. Hinter der Mauer nimmt aber der Erddruck bei einer und derselben Abgleitungsfläche nach oben hin in dem Verhältnisse ab, als der Erdtheil hinter derselben kleiner wird; da er aber oben nächst der Krone am kleinsten ist, so widersteht die Eigenlast der Mauer dem Seitendrucke und es kann keine Umwälzung stattfinden.

Ueber die nöthige Stärke der Futtermauern angestellte Berechnungen haben ergeben, daß sie bei gleicher Stärke der Sohle und der Krone oder mit senkrechter Vorder- und Hinterfläche am meisten Stärke, folglich auch am meisten Materialien erfordern und daß eine zunehmende Ausdehnung, namentlich der Vorderböschung, solche am meisten verhindert. Auch die Erfahrung lehrt: daß Futtermauern mit höchstens $^1/_{18}$ ihrer Höhe zur vordern Böschung mit übrigens genügender innerer Böschung allen möglichen Forderungen vollkommen entsprechen. Mehrentheils genügt schon eine geringe äußere Dossirung, höchstens der achte Theil der Höhe der Futtermauern; die Hauptverstärkung aber, wo die äußere Ausladung nicht zulänglich ist, muß durch Verbreiterung der Sohle innerlich geschehen.

Jemehr aber eine innere Böschungslinie sich demjenigen Winkel nähert, in welchem die Hinterfüllung in entgegengesetzter Richtung abgleitet, desto mehr hört die Wirkung des Seitendruckes auf, und die Wirkung des Druckes des aufzufüllenden Erdkeiles ist z. B. bei einem Winkel von 45° durch den Gegendruck der Gesammtlast der Mauerböschung nur senkrecht,

und der Seitendruck auf die Mauer hört daher ganz auf. Wollte man einer Mauer umgekehrt nach außen, noch eben eine solche Böschung geben, so würde sie dem auf sie wirkenden Erdkeile vollkommen Widerstand leisten, wenn auch der Druck desselben in voller Wirkung bliebe.

Ausführliche Berechnungen über den Druck der Erde gegen die Fundamente und ihre Verhältnisse und Dimensionen findet man in der praktischen Anleitung zur Wasserbaukunst von Dr. Gilly und in Eytelwein.

Auf diese Berechnungen gründen sich folgende Verhältnißtafeln Nr. I und II. Derartige Berechnungen können aber bei der Ausführung nur dann in Anwendung kommen, wenn die betreffenden Mauern als ein aus dem Ganzen bestehender fester Körper betrachtet werden können. Wo aber in Hinsicht des Materiales u. s. w. Hindernisse zu bekämpfen sind, da können, namentlich bei großen Mauern, einzelne Zolle und Linien nicht beachtet werden, und jene in den Tafeln angegeben Verhältnisse müssen oft um das Vierfache vergrößert werden.

Wenn die beiden ersten Tafeln in jedem Falle als Grundlage der Bestimmungen der verschiedenen Mauerstärken dienen können, so ist doch auf alle obwaltende Umstände Rücksicht zu nehmen und zu beachten, daß die Abmessungen allemal den vorkommenden besondern Umständen angepaßt werden müssen.

Auf der dritten Tafel stimmen die Abmessungen mit den vorhergehenden im allgemeinen überein; sie gründen sich auf Erfahrungen und es ist dabei im allgemeinen auf die verschiedenen Dimensionen der üblichen Bausteine mit Rücksicht genommen.

Tafel I.

Die Ausladung ist an der Tagseite und es drückt die Hinterfüllung.

Die Ausfüllung oder das Mauerrecht ist:

Höhe der Futtermauer.	Senkrecht.		1/24 der Höhe. Stärke: Oben.		Unten.		1/18 der Höhe. Stärke: Oben.		Unten.		1/12 der Höhe. Stärke: Oben.		Unten.		1/9 der Höhe. Stärke: Oben.		Unten.	
′	′	″	′	″	′	″	′	″	′	″	′	″	′	″	′	″	′	″
5	1	5,5	1	3,2	1	5,71	1	2,44	1	5,77	1	0,92	1	5,92	—	11,44	1	6,06
6	1	9,	1	6,25	1	9,25	1	5,33	1	9,33	1	3,5	1	9,5	1	1,66	1	9,66
7	2	0,5	1	9,29	2	0,79	1	8,22	2	0,33	1	6,08	2	1,08	1	3,94	2	1,44
8	2	4,	2	0,33	2	4,33	1	11,11	2	4,44	1	8,66	2	4,66	1	6,22	2	4,88
9	2	7,	2	3,375	2	7,88	2	3,0	2	8,0	1	11,25	2	8,25	1	8,5	2	8,5
10	2	11,	2	6,625	2	11,42	2	4,88	2	11,55	2	1,83	2	11,83	1	10,77	3	0,11
11	3	2,5	2	9,45	3	2,	2	7,77	3	3,11	2	4,42	3	3,42	2	1,06	3	3,72
12	3	6,	3	0,5	3	6,	2	10,66	3	6,66	2	7,	3	7,	2	3,33	3	7,33
13	3	9,5	3	3,54	3	10,	3	1,55	3	10,22	2	9,58	3	10,58	2	5,61	3	10,94
14	4	1,	3	6,58	4	1,58	3	4,44	4	1,77	3	0,02	4	2,02	2	7,88	4	2,55
15	4	4,5	3	9,63	4	5,	3	7,33	4	5,33	3	2,75	4	5,75	2	10,02	4	6,02
20	5	10,	5	0,83	5	10,	4	9,77	5	11,11	3	3,66	5	11,66	3	8,55	6	0,66
30	8	9,	7	7,25	8	10,	7	2,66	8	10,66	6	5,5	8	11,5	5	9,33	9	0,33
40	11	8,	10	1,66	11	9,	9	7,55	11	10,22	8	7,33	11	11,33	7	7,11	12	0,44
50	14	7,	12	8,08	14	9,	12	0,66	14	10,0	10	9,02	14	11,02	9	5,88	15	0,55

Zu Tafel I.

Die Mauer ist unter obigen Bedingungen erschüttert.

Höhe der Futtermauer.	Senkrecht.		1/21 der Höhe. Stärke: Oben.		1/21 der Höhe. Stärke: Unten.		1/18 der Höhe. Stärke: Oben.		1/18 der Höhe. Stärke: Unten.		1/12 der Höhe. Stärke: Oben.		1/12 der Höhe. Stärke: Unten.		1/9 der Höhe. Stärke: Oben.		1/9 der Höhe. Stärke: Unten.	
′	′	″	′	″	′	″	′	″	′	″	′	″	′	″	′	″	′	″
5	1	9,63	1	7,2	1	9,7	1	6 4	1	8,73	1	4,8	1	9,8	1	3,2	1	9,77
6	2	1,96	1	11,04	2	2,04	1	10,08	2	2,08	1	8,16	2	2,16	1	6,24	2	2,24
7	2	6,29	2	2,88	2	6,38	2	1,23	2	6,16	1	11,52	2	6,64	1	9,28	2	6,61
8	2	10,61	2	6,72	2	10,48	2	5,44	2	10,68	2	2,88	2	10,88	2	0,32	2	10,98
9	3	2,94	2	10,56	3	3,02	2	9,12	3	3,12	2	6,24	3	3,24	2	3,36	3	3,36
10	3	7,27	3	2,66	3	7,66	3	0,8	3	7,47	2	9,6	3	7,6	2	6,4	3	7,37
11	3	11,59	3	6,24	3	11,74	3	4,48	3	11,81	3	0,96	3	11,96	2	9,44	4	0,11
12	4	3,92	3	10,08	4	4,08	3	8,16	4	4,16	3	4,32	4	4,32	3	1,48	4	4,48
13	4	8,07	4	1,92	4	8,70	3	11,84	4	8,41	3	7,68	4	8,68	3	3,52	4	8,85
14	5	4,66	4	5,76	5	0,76	4	3,52	5	0,85	3	11,04	5	1,04	3	6,56	5	1,23
15	5	4,9	4	9,12	5	5,10	4	7,2	5	5,2	4	2,4	5	5,4	3	9,6	5	5,6
20	7	2,53	6	4,8	7	2,8	6	1 6	7	2,93	5	7,2	7	3,2	5	0,2	7	2,2
30	10	9,2	9	7,2	10	10,2	9	2,66	10	10,4	8	4,8	10	10,8	7	7,2	10	11,2
40	14	5,07	12	9,6	14	5,6	12	3,2	14	5,87	11	2,4	14	6,4	10	0,4	14	4,4
50	18	0,33	16	—	18	1,0	15	4,0	18	1,33	14	—	18	2,0	12	7,4	18	1,4

Tafel II.

Die Mauer hat Vorder- und Hinterböschung und es drückt nur die Hinterfüllung.

Die Oberbreite ist durchgängig = $^1/_6$ der Höhe.

Höhe der Futtermauer.	Senkrecht.		Oberbreite der Futtermauer.		Die Ausdehnung der Vorderböschung ist: $^1/_{24}$ der Höhe. Unterbreite.		$^1/_{18}$ der Höhe. Unterbreite.		$^1/_{12}$ der Höhe. Unterbreite.		$^1/_9$ der Höhe. Unterbreite.		$^1/_6$ der Höhe. Unterbreite.	
′	′	″	′	″	′	″	′	″	′	″	′	″	′	″
5	1	9,04	—	10	1	8	1	7,75	1	7,27	1	6,75	1	5,75
6	2	1,25	1	—	2	—	2	11,70	1	11,10	1	10,50	1	9,30
7	2	5,52	1	2	2	4	2	3,65	2	2,93	2	2,25	2	0,85
8	2	9,66	1	4	2	8	2	7,60	2	6,77	2	6,	2	4,40
9	3	1,87	1	6	3	—	2	11,55	2	10,60	2	9,75	2	7,95
10	3	6,08	1	8	3	4	3	3,50	3	2,43	3	1,50	2	11,50
11	3	10,29	1	10	3	8	3	7,45	3	6,27	3	5,25	3	3,05
12	4	2,50	2	—	4	—	3	11,40	3	10,10	3	9,	3	6,60
13	4	6,71	2	2	4	4	4	3,35	4	1,93	4	0,75	3	10,15
14	4	10,46	2	4	4	8	4	7,30	4	5,77	4	4,50	4	1,70
15	5	3,13	2	6	5	—	4	11,25	4	9,60	4	8,25	4	5,25
20	7	0,17	3	4	6	8	6	7,00	6	4,88	6	3,	5	11,
30	10	6,25	5	—	10	—	9	10,50	9	7,33	9	4,50	8	10,50
40	14	0,33	6	8	13	4	13	2,00	12	10,77	12	6,	11	10,
50	17	6,42	8	4	16	8	16	5,50	16	0,22	15	7,50	14	9,50

Zu Tafel II.

Die Mauer ist der Erschütterung ausgesetzt und die Oberbreite = $^1/_6$ der Höhe.

Höhe der Futtermauer.	Senkrecht.		Oberbreite der Futtermauer.		Die Ausladung der Vorderböschung ist: $^1/_{24}$ der Höhe. Unterbreite.		$^1/_{18}$ der Höhe. Unterbreite.		$^1/_{12}$ der Höhe. Unterbreite.		$^1/_9$ der Höhe. Unterbreite.		$^1/_6$ der Höhe. Unterbreite.	
′	′	″	′	″	′	″	′	″	′	″	′	″	′	″
5	2	3,60	1	—	2	2	2	1,5	2	0,5	1	6	1	9,5
6	2	9,10	1	2,4	2	7,2	2	6,6	2	5,4	1	4,33	2	1,8
7	3	2,62	1	4,8	3	0,4	2	11,7	2	10,3	2	8,9	2	6,1
8	3	8,12	1	7,2	3	5,6	3	4,4	3	3,2	3	1,6	2	10,4
9	4	1,65	1	9,6	3	10,8	3	9,9	3	8,1	3	6,3	3	2,7
10	4	7,17	2	—	4	4	4	3	4	1	3	11	3	7
11	5	0,68	2	2,4	4	9,2	4	8,1	4	5,1	4	3,7	3	11,3
12	5	6,20	2	4,8	5	2,4	5	1,2	4	10,8	4	8,4	4	3,6
13	5	11,72	2	7,2	5	7,6	5	6,3	5	3,7	5	1,1	4	7,9
14	6	5,23	2	9,6	6	0,8	5	11,2	5	8,6	5	5,8	5	0,2
15	6	10,75	3	—	6	6	6	4,5	6	1,5	5	10,5	5	4,5
20	9	2,66	4	—	3	8	8	6	8	2	7	10,66	7	2
30	13	9,50	6	—	13	—	12	9	12	3	11	9	10	9
40	18	5,33	8	—	17	4	17	—	16	4	15	9,33	14	4
50	23	0,02	10	—	21	8	21	3	20	5	19	7,66	17	11

Tafel III.

Die Mauer hat Vorder= und bedingungsweise bei stärkerem Drucke Hinterböschung.

Höhe.	Von zollrechten Werkstücken:		Das Mauerrecht ist dem fünften Theil der Höhe gleich:						Von Grund=stücken:		Das Mauerrecht ist dem fünften Theil der Höhe gleich.					
	Senkrecht.		Oberbreite.		Mauerrecht.		Unterbreite.		Senkrecht.		Oberbreite.		Mauerrecht.		Unterbreite.	
′	′	″	′	″	′	″	′	″	′	″	′	″	′	″	′	″
5	1	6	—	9	1	—	1	9	1	8	1	—	—	10	1	10
6	1	9,6	—	10,8	1	2,4	2	1,2	2	—	1	3	1	—	2	3
7	2	1,2	1	0,6	1	4,8	2	5,4	2	4	1	5	1	2	2	7
8	2	4,8	1	2,4	1	7,2	2	9,6	2	8	1	8	1	4	3	—
9	2	8,4	1	4,2	1	9,6	3	1,8	3	—	1	10	1	6	3	4
10	3	—	1	6	2	—	3	6	3	4	2	1	1	8	3	9
11	3	3,6	1	7,8	2	2,4	3	10,2	3	8	2	3	1	10	4	1
12	3	7,2	1	9,2	2	4,8	4	2,4	4	—	2	6	2	—	4	6
13	3	10,8	1	11,2	2	7,2	4	6,6	4	4	2	8	2	2	4	10
14	4	2,4	2	1,2	2	9,6	4	10,8	4	8	2	11	2	4	5	3
15	4	6	2	3	3	—	5	3	5	—	3	1	2	6	5	7
20	6	—	3	—	4	—	7	—	6	8	4	2	3	4	7	6
30	9	—	4	6	6	—	10	6	11	—	6	3	5	—	11	3
40	12	—	6	—	8	—	14	—	13	4	8	4	6	8	15	—
50	15	—	7	6	10	—	17	6	16	8	10	5	8	4	18	9

In dieser Tafel ist die Mauer von zollrecht bearbeiteten Werkstücken angenommen und mit einer Hinterböschung versehen, welche hier eintritt, wenn der Raum eine Einziehung der Vorderböschung nöthig macht, da dann die Mauer hinten um die doppelte Einziehung verstärkt wird, weil dieses nicht in schräger Linie, sondern in Bänken geschieht. Uebrigens müssen alle Mauern, welche aus unregelmäßigen Steinen aufgeführt werden, eine stufenweise Verstärkung erhalten.

§. 131.
Von der Gründung auf gutem Baugrunde, von den Kellermauern, Erdgeschossen und Plynthen.

Sobald man sich nach gehöriger Untersuchung von der Tüchtigkeit des Untergrundes einer Baustelle hinlänglich überzeugt hat, so erfolgt die Absteckung des Bauplatzes. Man steckt vorerst auf dem Boden den Grundriß des Gebäudes, nach der im verjüngten Maßstabe gefertigten Bauzeichnung, in natürlicher Größe ab. Nach Fig. 72, welche das gewöhnliche Verfahren darstellt, werden zuerst die vier Ecken des Gebäudes mit kleinen etwa $1^1/_2$ Fuß langen und $1^1/_2$ Zoll starken Pfählen a a oberflächlich abgesteckt und die vier rechten Winkel des künftigen Gebäudes nur nach dem Augenmaße bestimmt. An diese Pfähle befestigt man eine Schnur, wickelt sie einigemal um, so daß sie immer an den innern Kanten der Pfähle läuft.

Um nun die vier Eckpfähle genau im rechten Winkel gegen einander zu bestimmen, nimmt man drei gehobelte Latten, deren Maße sich wie die Zahlen 3, 4, 5 zu einander verhalten, verbindet sie so mit einander, daß, von einem Vereinigungspuncte zum andern gemessen, die eine 6, die andere 8 und die dritte 10 Fuß mißt, so erhält man ein rechtwinkeliges Dreieck oder Dreieck mit einem rechten Winkel; man bringt nun den rechten Winkel dieses Lattendreiecks auf den einen Winkelpunct und regulirt die gespannten Schnüre nach den den rechten Winkel einschließenden Latten, giebt den gespannten Schnüren das übereinstimmende Maß, so sind auch die übrigen 3 Puncte gefunden. Auf ähnliche Weise lassen sich auch schiefe Winkel abstechen, wenn man den schiefen Winkel durch Latten bildet. Dieses Ausstecken der Winkel nennt man die Verreihung. Um die so bestimmten vier Winkelpfähle nochmals zu prüfen, pflegt man beide Diagonalen des Vierecks noch mit einer Schnur zu messen, da dann die Eckpfähle in gleicher Entfernung sein müssen. Beim Ausgraben der Erde werden dann die Pfähle a a wieder weggenommen.

Nun sei Fig. 73 der Querdurchschnitt des Grundrisses, G der Querschnitt der Grundmauer, l k die Erdoberfläche, c d e f g k der Querschnitt des Grundgrabens und zwar c d und k g die äußere und innere Böschung, d g die Sohle, auf der die Grundmauer G aufsteht. Von den Ecken c, d, g, k sieht man im Grundrisse Fig. 72 die Vierungen c c′, d d′, g g′ 2c. Nun verlängere man die Vierungslinie der Ecken a a 2c. auf

beiden Enden in gerader Richtung bis 1—2, 3—4 und mache daselbst kleine Böcke, jeden aus 2 Pfählchen, 3″ stark 2″ über der Erde stehend, mit einem quer über diese Pfähle genagelten Lattenstück, so daß diese Lattenstücke gleichlaufend mit den zugehörigen Vierungspfählen a a werden. Man macht diese Latten gleichlaufend, wenn man von a 1, a 3, a 2, a 4 gleiche Abstände nimmt und die äußern Kanten der Latten in diese Richtung einrichtet.

Quer über die Latten werden nun Schnüre gezogen, welche genau über den Vierungen der Mauern liegen und sowohl an der äußern als innern Kante der Mauern anliegen, so daß die Entfernungen dieser Schnüre auf den Latten auch zugleich die Stärke der Mauern angeben. Gewöhnlich schnürt man (namentlich wenn die Fundamentmauern nur aus einem oder zwei Abständen bestehen) nur die Stärke der untersten Mauern über der Erde ab. Die Vorsprünge und Verbreiterung der Fundamente wird dann, wie im Durchschnitt Fig. 73 angegeben ist, durch Ablothen gefunden, nachdem man die erforderlichen Maße in den Baugrund eingetragen und neue Schnuren gezogen hat. Gewöhnlich aber zieht man nur die Schnuren der oberen Mauerstärken und sticht und lothet die Breite der Fudamentgraben und Fundamente nach diesen ab. Nach vorhergegangenem Ablothen verlängert man diese Abstiche gehörig nach den Ecken des Gebäudes hin, so ergeben sich nach und nach alle Vierungen und Maße sowohl für Umfassungs- als Quer- und Mittelmauern, und ebenso für Thüren, Fenster u. s. w. Hat das Gebäude schiefe Winkel, so verfährt man ganz ebenso mit den schiefen Lattendreiecken, wie dies bei den rechtwinkeligen geschah.

Hat man so die Größe der auszugrabenden Stellen bestimmt, dann wird die Erdschicht so tief ausgegraben, als die Fundamente oder Kellerungen werden sollen. Sind aber keine Keller vorhanden, so hat man die Fundamentgraben für schwere massive Gebäude nie tiefer als 3 oder höchstens 4 Fuß zu machen, weil nur bis auf diese Tiefe die Witterungsverhältnisse Einfluß haben. Niedrige massive Gebäude und Fachwerksgebäude, bis zu zwei Stockwerk hoch, brauchen nur eine Fundamenttiefe von 1½ Fuß. Damit nun aber die Ränder der Fundamentgraben bei lockerem Boden durch ihre Eigenlast und bei festerem Boden durch Regenauswaschungen nicht nachstürzen, so müssen die Fundamentgraben unten schmäler, oben aber breiter angelegt werden; die dadurch entstehende schräge Linie heißt die Dossirung. Wird die Dossirung so angelegt, daß man bei

1 Fuß Höhe den Erdwall unten um $^1/_2$ Fuß verbreitert (also bei 4 Fuß Höhe um 2 Fuß), so heißt eine solche Dossirung eine einhalbfüßige. Wird die Dossirung so angelegt, daß man bei 1 Fuß Höhe den Erdwall unten auch um 1 Fuß verbreitert (also bei 4 Fuß Höhe um 4 Fuß), so heißt eine solche Dossirung eine einfüßige u. s. w. Werden die Erdwälle der Fundamentgräben höher als 6—8 Fuß, so werden bei leichtem Boden die Dossirungen in Absätzen von 4 zu 4 Fuß Höhe angelegt. Die Absätze selbst werden 1—1$^1/_2$ Fuß breit, damit von oben herabfallendes Erdreich nicht bis auf die Sohle der Fundamentgräben fallen kann. Dies ist jedoch nur bei Fundamenten von mehr als 6 Fuß Höhe erforderlich. Man nennt solche Absätze Banquets. Bei Fundamenten von nur 1$^1/_2$ Fuß Tiefe ist gar keine Dossirung erforderlich. Bei Fundamenten von 3—4 Fuß Tiefe ist eine einviertheilfüßige Dossirung hinlänglich. Bei 4—6 Fuß eine einhalbfüßige ɾc., und so kann man auf jede 3 Fuß mehr Tiefe einen halben Fuß Breite der Dossirung zulegen und außerdem bei jeder Tiefe von 4 Fuß ein Banquet anlegen. Eine andere Nothwendigkeit ist noch das Feststampfen der Sohle der Fundamentgraben. Mit gewöhnlich etwa 100 Pfund schweren hölzernen Handrammen wird die Sohle der Fundamentgraben bis zur möglichsten Festigkeit abgerammt.

Sollen Keller angebracht werden, so ändert sich in dem bisherigen Verfahren nichts weiter, als daß man die Fundamentmauern so viel tiefer in die Erde legt, um die erzielte Kellerhöhe zu erreichen.

Bei Anlage des Kellers ist eine Hauptregel die, daß die Sohle (der Fußboden) desselben niemals vom sogenannten Grundwasser erreicht werde. Denn ein Keller, in welchen Wasser dringt, ist unbrauchbar, indem alle darin aufbewahrten Vorräthe verderben. Da nun aber sehr oft an solchen Orten Keller angelegt werden sollen, wo das Grundwasser nur wenige Fuß unter der Oberfläche des Terrains steht, so ist es nothwendig, die Höhe des Kellers, welche man der Tiefe nach nicht erreichen kann, über die Erde hinauszubauen und den Keller nur wenige Fuß tief (so wie es das Grundwasser erlaubt) in die Erde zu versenken. Ein solcher Keller wird dann allerdings im Sommer nicht so kühl und im Winter nicht so warm sein, als wenn er fast ganz in der Erde läge; man wird aber doch den Vortheil erreichen, daß derselbe frei von Wasser sein wird.

Ein guter Keller muß ferner zu allen Jahreszeiten eine gleichmäßige Temperatur haben. Diese zu erreichen, muß der Keller so tief als nur irgend möglich in die Erde gelegt werden. Fenster werden mehr dazu

angebracht, um in dem Keller eine gesunde Luft zu erhalten. Viel Licht erzeugt im Sommer viel Wärme, welches zu vermeiden ist. Große und viele Fenster sind bei Kälte ebenfalls starke Leiter, und darum wird ein mit vielen großen Fenstern angelegter Keller im Winter kälter sein, als wenn er nur wenige und kleine Fenster hätte. Ein guter Keller ist also mit wenigen und kleinen Fenstern zu versehen, und selbst diese sind nach den heißen Weltgegenden hin möglichst zu vermeiden. Ueberdies muß der Keller eine Decke erhalten, welche weder Wärme noch Kälte durchläßt, was nur durch eine Ueberwölbung des Kellers erreicht wird.

Sollen außerdem in demselben Geschoß noch Wohnungen, Küchen, Speisekammern u. dgl. angelegt werden, so nennt man eine solche Anlage *Erdgeschoß* (*Souterrain*). Um nun in diesem Falle möglichst trockne Wohnungen zu bekommen, ist es nothwendig, mit dem Geschoß wenigstens 3 Fuß und höchstens 4 Fuß über die Terrainhöhe hinauf zu gehen. Derjenige Theil des Mauerwerks, welcher sich dann über der Erde befindet und bis zum Fußboden des untersten Stockwerkes reicht, heißt die *Plynthe*. Die Plynthen werden nicht selten so niedrig gemacht, daß es schwierig ist, die Kellerfenster anzubringen. *Gilly* giebt hierfür folgende Regeln.

a) Wenn nach Fig. 74 die Plynthe wie gewöhnlich 3 Fuß hoch ist, so muß man, um die Höhe des Fensters im Lichten zu erhalten, folgendermaßen rechnen:

1) Für die Dicke des Fußbodens	$1^{1}/_{2}$ Zoll
2) Die Unterlagen des Fußbodens von schwachem Kreuzholz 5 und 4 Zoll	5 „
3) Für die Gewölbekappenstärke	5 „
4) Für die Höhe *ab*, welche den Anschlag für das Kellerfenster bildet	3 „
5) Für *cd*, als um wie viel das Fenster gegen das Straßenpflaster erhöht sein soll	6 „
sind	1 Fuß $8^{1}/_{2}$ Zoll
abgezogen von	3 Fuß — „
bleiben	1 Fuß $3^{1}/_{2}$ Zoll

für die Höhe des Kellerfensters im Lichten.

b) Wenn nach Fig. 75 die Plynthe 8 Fuß hoch ist, so muß man, um nicht ein allzuniedriges Fensterlicht zu erhalten, schon von obigen Dimensionen etwas abziehen, nämlich:

1) Für das Fußbodenbrett . . . . $1\frac{1}{2}$ Zoll
2) Für Fußbodenunterlager . . . . $4\frac{1}{2}$ „
3) Für Höhe der Gewölbekappe . . . . 5 „
4) Für Fensteranschlag wenigstens . . . . $1\frac{1}{2}$ „
5) Für Erhöhung des Fensters von der Erde . . . . $3\frac{1}{2}$ „

sind 1 Fuß 4 Zoll

Bleiben für die Höhe des Fensters im Lichten nur 8 Zoll.

Da nun diese Fensterhöhe die größte ist, welche man unter diesen Umständen bei einer Plynthenhöhe von 2 Fuß erhalten kann, so müssen, um die Kellerfenster in einer Plynthe von noch geringerer Höhe anzubringen, andere Vorkehrungen getroffen werden; z. B.:

c) Wenn die Plynthe Fig. 76 nur $1\frac{1}{2}$ Fuß hoch ist, so muß, um eine Fensterhöhe von mindestens 6 Zoll zu erhalten, der Punct a im Fensterbogen 4 Zoll höher stehen als der Punct e, oder nach der Maurersprache, so viel stechen; rechnet man nun wie vorher

1) Fußbodenbrett . . . . $1\frac{1}{2}$ Zoll
2) Für das Unterlager . . . . $4\frac{1}{2}$ „
3) Für die Gewölbekappe . . . . 5 „
4) Für den Anschlag . . . . $1\frac{1}{2}$ „
so beträgt die Höhe von b bis e innerhalb . . $12\frac{1}{2}$ „

Da aber der Punct a um 4 Zoll höher liegt als der Punct e, so beträgt die äußere Höhe fa weniger 4 „

also . . $8\frac{1}{2}$ Zoll

Hierzu für die Höhe i w wie oben . . . . $3\frac{1}{2}$ Zoll

sind 12 Zoll

abgezogen von 18 „

bleiben für die Höhe a i des Fensterlichtes von außen . . . . 6 Zoll,

und da die Linie i r eben so wie die Linie e a um 4 Zoll gestochen wird, so ist die innere Fensterhöhe ebenfalls 6 Zoll.

In diesen drei Fällen können die Kellerfenster, wenn sonst keine Hindernisse innerhalb von Seiten der Gewölbe im Wege stehen, gehörig auf- und zugemacht werden. Wenn aber

d) die Plynthe nach Fig. 77 nur 1 Fuß und die Höhe b e ohne Anschlag 11 Zoll hoch ist, so muß, um die Fensterhöhe bei a c wenigstens 6 Zoll hoch zu erhalten, die Linie e r um 11 Zoll gestochen werden, die Erhöhung des Fensters von der Erde bleibt dabei wie vorher $3\frac{1}{2}$ Zoll,

Hierbei geht aber der Anschlag für das Fenster verloren, und es kann folglich kein aufgehendes Fenster angebracht werden.

e) Unter solchen Umständen ist es besser, nach Fig. 78 vor der Plynthe einen Kasten oder ein Loch auszumauern, welches so breit wie das Kellerfenster und dabei, so viel als die Dachtraufe erlaubt, ungefähr von a bis b 9 Zoll vorspringt, auch nach Maßgabe der Plynthenhöhe etwa 7 bis 9 Zoll von c bis b tief ist.

Wenn nun die Plynthenhöhe über der Erde 1 Fuß beträgt und das Loch vor dem Fenster etwa eine Tiefe von 9 Zoll hat, so erhält man zu Anbringung des Kellerfensters eine Höhe von $1^3/_4$ Fuß.

f) Bisher ist angenommen worden, daß der Fußboden mit der Oberkante der Plynthe gleich hoch liegt; wenn sich aber derselbe unter der Oberkante der Plynthe befindet, welches der Fall zu sein pflegt, wenn eine Durchfahrt im Hause ist, wo man dann, um die Anschüttung nicht bis an die Höhe der Plynthe ansteigen zu lassen, auch um nicht viel Stufen von der Durchfahrt nach den Stuben zu erhalten, den Fußboden niedriger legt als die Plynthe, alsdann ist Folgendes dabei zu beobachten.

Man ziehe die Höhe, um welche der Fußboden gegen die Oberkante der Plynthe niedriger liegt, von der ganzen Höhe der Plynthe ab. Bleibt dann noch so viel übrig, daß auf die oben angezeigte Art ein Fenster angebracht werden kann, so hat es keine weitere Schwierigkeit. Ist aber der übrig gebliebene Raum zu gering, um auf obige Art ein Fenster anzubringen, so kann man sich nach Fig. 79 auch dadurch helfen, daß man die Gewölbekappe von a bis b um so viel herauf sticht, als das Unterlager c stark ist, wenn nur das Fußbodenbrett noch darüber weg reicht.

Dieses Stechen der Kappe hat aber den Nachtheil, daß die Kellerfensterflügel weder auf- noch zugemacht werden können, sondern nur etwa von unten herauf hineingesetzt und mit Vorreibern befestigt werden können.

g) Endlich ist Fig. 80 der schwierigste Fall vorgestellt, da nämlich der Fußboden auf gleicher Erde und die Keller ganz unter dem Terrain liegen. Hierbei muß die Fensterbrüstung ihre ganze Stärke ab behalten, damit der Einschnitt cd darin verborgen werden kann, durch welchen, wie übrigens die Figur zeigt, den Kellern einigermaßen Licht und Luftzug mitgetheilt wird.

h) Fig. 81 zeigt die Anlage eines Erdgeschoßfensters, wie sie in England häufig vorkommen. Um nämlich Raum zu sparen, werden die Wohnungen für Bedienung, Küchen, Vorrathsräume und Keller in das Erdgeschoß verlegt. Damit man aber auch nicht nöthig hat, die Plynthe hoch über das Terrain zu legen, macht man vor dem Hause einen etwa 6 bis 5 Fuß tiefen, 2 bis 3 Fuß breiten Graben, a b c d, welcher auf der Landseite von einer sogenannten Futtermauer eingefaßt wird und bei c d eine nach außen geneigte Pflasterung erhält, damit das Regenwasser abfließen kann, auch muß diese Pflasterung außer der Neigung c d noch das gehörige Gefälle haben. Hierdurch erreicht man Folgendes: Erstens kann man die Erdgeschoßfenster so hoch machen als man will, damit die unten bewohnten Räume gesund und hell sind, alsdann wird durch den gepflasterten Graben und die Futtermauer alle Feuchtigkeit um so weiter von dem Gebäude zurückgehalten, um wie breiter der Graben selbst ist; denn die Feuchtigkeit, welche von oben her in die Erde dringt, kann alsdann nicht bis an das Haus gelangen, wodurch folglich das ganze Erdgeschoß möglichst trocken gelegt wird. Daß es vom Grundwasser frei bleiben muß, versteht sich von selbst, da sonst auch der Graben nichts helfen würde.

i) Zu demselben Zwecke, um die Grund- und Kellermauern vor Nässe zu bewahren, kann man auch, wie in Fig. 82, einen verdeckten, oben und unten gewölbten Canal vor den Fronten des Gebäudes legen, welcher bei gehörigem Gefälle auch noch so groß sein muß, daß er bequem ausgeräumt werden kann, wenn er etwa verschlämmt sein sollte. Zu diesem Ende muß der Canal mindestens 2½ Fuß breit und 3—4 Fuß hoch im Lichten sein, auch oberhalb die nöthigen Oeffnungen haben, um hineinsteigen zu können.

k) Die Stärke der Kellermauern richtet sich in den gewöhnlichen Fällen nach der Stärke der oberen Mauern. Ist z. B. die Mauer vom untersten Stockwerke des Hauses 2 Fuß stark, so wird die Plynthe 3 Zoll stärker und die darunter befindliche Kellermauer noch um 3 Zoll stärker angelegt, so daß sie also in diesem Falle 2½ Fuß stark sein würde. Eine Stärke, welche auch für die Anlage gewöhnlicher Kellerwölbungen ausreicht. — Unter dem Fußboden der Keller liegt unter den Kellermauern noch ein Stück Fundamentmauer, welches man etwa 1½ Fuß hoch und um 6 Zoll breiter macht als die darauf ruhenden Kellermauern selbst sind. In Fällen, wo man dem Untergrunde nicht viel

Tragekraft zutraut, macht man dieses unterste Stück Fundament noch breiter, damit es die darüber befindlichen Kellermauern gehörig unterstütze.

l) Die Abhaltung des Grundwassers in Kellern, daß es nicht über den Fußboden steige, hat von jeher eine Menge Hülfsmittel dagegen hervorgerufen, welche aber alle, außer einem einzigen sehr kostspieligen, nichts helfen. Steigt das Grundwasser bis über den Fußboden des Kellers, so hilft weiter nichts, als daß man gleich bei Beginn des Baues umgekehrte Gewölbe, in Cement oder besser Asphalt gelegt, über den Fußboden spannt, so daß diese flachen Gewölbe zugleich den Fußboden ausmachen, oder besser noch mit einem besondern Pflaster belegt werden, damit die Gewölbe nicht nach und nach durch das Betreten dünner werden und so endlich ihren Dienst versagen.

Man sieht leicht ein, daß diese Anlage sehr kostspielig ist, und daß man unter allen Umständen weit besser thut, den Fußboden der Keller so hoch zu legen, daß er auch vom höchsten Steigen des Grundwassers nicht erreicht werden kann.

m) Einzelne schlechte Stellen in den Fundamenten werden mit Bogen überspannt, Löcher und Vertiefungen aber, wie Brunnen und dergleichen, am besten sehr sorgfältig ganz ausgemauert. Im Ganzen ist es immer besser, durchlaufende Fundamentmauern zu machen, als auf einzelne Puncte mit übergeschlagenen Bogen zu gründen. Will man bei sehr hohen Fundamenten Material sparen, so mauert man unten ein durchgehendes Banquet, setzt darauf einzelne Pfeiler und verbindet dieselben unterhalb durch umgekehrte, oberhalb durch aufrecht stehende Bogen. Es müssen aber dergleichen Tragebogen nicht zu flach gemacht werden. Die umgekehrten Bogen zwischen den Pfeilern verursachen, daß der Druck des ganzen Mauerwerkes gleichmäßig auf das unterste Banquet erfolgt, und daß die Pfeiler nicht als einzelne Puncte auf dasselbe drücken. Soll auf einem alten Grunde gebaut werden, so ist besonders zu berücksichtigen, ob derselbe auch im Stande ist, das neue Gebäude zu tragen, oder wenn die Mauern durchgebrannt waren, ob sie noch hinlängliche Festigkeit besitzen, um haltbar zu sein.

Dritte Abtheilung.

Von dem Mauerverbande und von der Eintheilung der Mauern.

§. 132.

Wenn eine Mauer gehörig verbunden sein soll, so müssen die Steine rücksichtlich der Fugen eine geeignete Lage erhalten; man hat daher folgende Hauptregeln des Steinverbandes aufgestellt.

1) Die wagerechten Fugen (Lagerfugen), zwischen je zwei Steinschichten, bilden eine ebene Fläche durch die ganze Dicke der Mauer.

2) Die senkrechten Fugen (Stoßfugen), in zwei unmittelbar auf einander liegenden Schichten, dürfen nie auf einander treffen.

3) Die Stoßfugen müssen ebenfalls durch die ganze Stärke der Mauer reichen.

4) Je mehr Schichten über einander liegen, ohne daß die senkrechten Fugen derselben auf einander treffen, um so fester wird der Verband.

5) Bildet die Mauer eine Ecke, so müssen die Steine in der einen Front nach der Länge der Mauer gelegt werden, während sie in der andern nach deren Dicke zu liegen kommen.

6) Bei unregelmäßig geformten Steinen gelten zwar ganz dieselben Regeln, jedoch können sie wegen der Unregelmäßigkeit der Steine nicht so streng befolgt werden.

Bei Aufführung von Mauerwerken ist es durchaus nothwendig, daß die Steine einerlei Höhe haben, weil sonst ein sehr unregelmäßiger, schlechter Verband entstehen würde. Die Lagerfugen nimmt man gewöhnlich bei allen Steinformen zu einem halben Zoll an; dagegen die Stoßfugen zu $1/3$ bis $1/2$ Zoll Breite.

Ganz besonders ist darauf zu sehen, daß nicht Ziegel von verschiedenem Formate durcheinander vermauert werden, weil dies einen schlechten Verband giebt. Kann man bei einem Mauerwerk nicht alle Steine von gleichem Format haben, so muß man die gleichen Steine so weit vermauern, als sie zureichen; dann das ganze Mauerwerk wagerecht abgleichen und auf dieser Abgleichung mit dem andern Formate weiter fortfahren.

Ein Ziegelstück, welches die ganze Länge eines Steines hat, heißt ein ganzer Stein.

Ein Ziegelstück, welches $^3/_4$ der Länge eines Steines hat, heißt ein Dreiquartierstück.

Ein Ziegelstück, welches die Hälfte der Länge eines Steines hat, heißt ein Kopfstück.

Steinstücke, welche $^1/_2$, $^3/_8$ oder $^1/_4$ von der Länge oder Breite eines ganzen Steines haben, heißen Quartierstücke.

Die Steine, welche parallel mit der Länge einer Mauer liegen, heißen Läufer, und eine Schicht solcher Steine Läuferschicht.

Die Steine, welche rechtwinklig auf die Länge der Mauer (nach ihrer Dicke hin) liegen, heißen Strecker oder Binder, und eine Schicht solcher Steine eine Streckerschicht (auch Binderschicht).

Eine auf die hohe Kante gestellte Steinschicht, die nach der Länge der Steine zugleich rechtwinklig auf der Länge der Mauer steht, heißt eine Rollschicht.

In der Regel endet jede Mauer mit einer Rollschicht; auch wo man befürchtet, daß die Steine von einer darauf ruhenden Last gedrückt oder von herabfallender Feuchtigkeit angegriffen werden könnten, pflegt man eine Rollschicht zu legen. Deshalb pflegt man besonders die Plynthe eines Gebäudes oberhalb mit einer Rollschicht abzugleichen; auch das Fundament eines Holzgebäudes gleicht man mit einer Rollschicht ab, damit bei dem Richten die Steine nicht so leicht zerschlagen werden; eben so würde bei Balkenlagen, worunter keine Mauerlatten liegen, die oberste Mauerschicht aus einer Rollschicht gebildet werden, damit diese oberste Schicht bei dem Kanten der Balken nicht so leicht zerschlagen wird. Bei Mauerwerk von unregelmäßigen Steinen ist noch darauf zu sehen, daß die Steine so viel wie möglich im Verbande zu liegen kommen, so daß jede lothrechte Fuge auf die Mitte eines darüber befindlichen Steines trifft und wieder von dem darüber liegenden gedeckt werde. Abwechselnd

muß ein langer Stein als Binder (Ankerstein) durch die ganze Dicke der Mauer reichen; auch muß man darauf sehen, daß in die Ecken einer jeden Steinschicht möglichst große Steine zu liegen kommen, weil dies die schwächsten Stellen der Mauer sind.

Nach den verschiedenen Methoden, die Steine mit einander zu verbinden oder so zu legen, daß die Fugen abwechseln, hat man auch verschiedene Benennungen eingeführt. Sie sind:

§. 133.

A. Der Blockverband,

welcher entsteht, wenn die Steine in einer Mauer immer so gelegt sind, daß eine Läuferschicht mit einer Streckerschicht der Höhe nach abwechselt. Es wird also in diesem Verbande immer die dritte Schicht in ihrer senkrechten Fuge mit einer untern zusammentreffen, und es kommen hierbei die sämmtlichen Fugen der Läuferschichten, sowie die der Streckerschichten, senkrecht über einander zu stehen.

Fig. 83 stellt eine einen Stein starke Mauer in diesem Verbande vor. A ist die Streckerschicht, bei welcher die Steinfugen nach der Dicke der Mauer laufen, oder so zu sagen in die Mauer hinein strecken. B ist die Läuferschicht, in welcher die Steine nach der Länge der Mauer laufen. Die zweite Schicht B liegt auf der ersten A.

In der Schicht A befindet sich an der Ecke ein Strecker, auf diesen folgt ein Quartierstück p, und auf dieses wieder die Strecker q, q, q, die so lange fortlaufen, bis eine Ursache, z. B. eine Fensteröffnung f f' kommt, die es nothwendig macht, ein Quartierstück r einzulegen.

Durch das Quartierstück p wird bewirkt, daß der Läufer l der Schicht B nur bis in die Mitte des Streckers q der Schicht A reicht und daher auch die übrigen Laufer l, l, l der Schicht B nur bis in die Mitte der Strecker q, q, q der Schicht A, wie die punctirten Linien zeigen, reichen können. Ueber das Quartierstück r der Schicht A bindet der $^3/_4$ Stein, auf welchen der Stein s folgt, der das Quartierstück f bindet.

Um in den Ecken einen richtigen Verband hervorzubringen, stößt man in der ersten Schicht A an die Streckerschicht q, q, q die Läuferschicht t, t, t, und legt in der zweiten Schicht B die Streckerschicht u, u, u auf, so daß sie mit einem Strecker v anfängt, auf den ein Quartierstück h folgt, und sodann mit den Streckern u, u, u ebenso verfährt, wie

dieses bei den Streckern q, q, q der Schicht A geschah. Wechselt man so ab, so erhält man den Verband, wie dies der Standriß bei C zeigt.

Diese Abwechselung des Anstoßens der Läufer- und Streckerschichten t, t, t, q, q, q, l, l, l und u, u, u... bezweckt die Herstellung eines richtigen Eckverbandes, da der erste Strecker u über der Fuge t die Schicht A bindet.

Uebrigens kann auch ohne Quartierstücke ein guter Verband dadurch hergestellt werden, daß man an den Ecken, wie Fig. 84 bei A und B zeigt, mit $^3/_4$ Steinen anfängt und sie in der einen Schicht als Läufer und in der andern als Strecker setzt. Hier fällt die Fuge a der Schicht B wieder auf die Mitte des Steines a der Schicht A, und die Fuge b auf die Mitte des Steines b. Sind aber viele Stücke von Steinen vorhanden, so ist es gut, immer eine Schicht um die andere von ganzen Steinen zu nehmen, so nämlich, daß die Stücke als Läufer, wie Fig. 84 A, und die ganzen Steine als Strecker, wie C zeigt, zu liegen kommen, wobei aber die Ecken, wie vorher erwähnt, wieder mit Quartierstücken oder $^3/_4$ Stücken verbunden werden. Im Fall man aber zu viele Stücke hat, müssen die Stücke der Schicht B als Strecker, und die Stücke der Schicht A als Läufer verwendet werden, und den Verband sucht man immer so gut als möglich beizubehalten. Ueberhaupt muß man sowohl bei Vermauerung ganzer Steine als auch bei Stücken beobachten, daß alle Stoßfugen durch die ganze Dicke der Mauer durchgehen.

Fig. 85 zeigt den Verband einer $1^1/_2$ Stein starken Mauer.

In der ersten Schicht A ist auf der Fronte mn mit Läufern a, a, a.... angefangen, dagegen befinden sich auf der Fronte mn der Schicht B die Strecker b, b, b, zwischen welchen das Quartierstück c liegt, das den Verband bestimmt; hinter den Läufern der Fronte mn der Schicht A befinden sich die Strecker b′, b′, b′ und hinter den Streckern b, b, b... der Fronte mn der Schicht B die Läufer a, a..., wodurch das $^3/_4$ Stück x nöthig wird. In der Schicht B wechseln die Läufer- und Streckerschichten ab, in der Fronte mn wird nämlich mit der Streckerschicht b, b, b... angefangen und hinter den ersten Strecker b das Quartierstückchen c gelegt, welches bewirkt, daß die Strecker b, b... über die Fugen der Läufer a, a... der Schicht A, wie die punctirten Linien beweisen, binden. So binden auch die Läufer a, a, a.... der Schicht B über die Strecker b′, b′, b′... der Schicht A, daß die

Fugen stets auf die Mitte der Steine fallen. So binden auch die Läufer a, a . . . der Fronte mn der Schicht B die Strecker b′, b′, b′. . . der Schicht A. Um den Schluß der Mauer zu bestimmen, sind die $^{3}/_{4}$ Stücke d, d, d, d . . . erforderlich, deren Verband die Zeichnung darstellt, in welcher man wahrnimmt, wie das $^{3}/_{4}$ Quartierstück x der Schicht B das der Schicht A bindet.

In Gegenden, da auf den Ziegeleien $^{1}/_{4}$, $^{1}/_{2}$, $^{3}/_{4}$ Quartierstücke geformt werden, kann dieser Verband auch dadurch hergestellt werden, daß man sich bei ganzen Fronten der $^{3}/_{4}$ Stücke bedient und auf diese Läufer folgen läßt, wodurch bezweckt werden kann, daß alle Stoßfugen durch die Mauer hindurchgehen.

Mauerverbände zu Mauern von 2 und $2^{1}/_{2}$ Steinstärke.

Fig. 86 A bis B stellt 2 Steinschichten A und B zu einer 2 Stein starken Mauer im Blockverbande dar. Bei jeder Schicht liegen in der einen Front außerhalb Läufer, in der andern Strecker; die Stoßfugen gehen durch die ganze Mauerstärke, und dabei ist die früher gegebene Regel beobachtet, von den beiden, zunächst der innern Ecke rechtwinklig gegen einander stehenden Fugen, die eine um einen halben Stein einzuziehen und die andere mit der innern Mauerkante geradlinig auslaufen zu lassen. Dadurch werden bei dieser Mauerstärke in jeder Ecke vier $^{3}/_{4}$ Stücke q, q, q, q erforderlich. Am Ende der Mauer läuft die Streckschicht B mit ganzen Steinen aus, während die andere Schicht A mit vier $^{3}/_{4}$ Stücken q, q, q, q und zwei Kopfstücken kk endigt. Fig. 86 C bis D stellt ebenfalls 2 Steinschichten einer 2 Stein starken Mauer im gewöhnlichen Blockverbande dar. Anstatt der $^{3}/_{4}$ Stücke oder **Dreiquartiere** sind hier in jeder Ecke und an jedem Ende zwei gewöhnliche Quartierstücke q, q angewendet, um das Uebereinandertreffen der Fugen zu vermeiden.

Fig. 87 A und B bezeichnen zwei Steinschichten A und B eines soliden Blockverbandes für eine $2^{1}/_{2}$ Stein starke Mauer.

Für jede Schicht sind in der Ecke fünf $^{3}/_{4}$ Stücke oder Dreiquartiere, im übrigen aber lauter ganze Steine zum richtigen Verbande nöthig. An den Enden liegen in der Schicht A 5 Dreiquartiere q, und ein Kopfstück k; in der Schicht B aber 4 Dreiquartiere nebst Kopfstück.

Fig. 87 C und D stellt den gewöhnlichen Blockverband von $2^{1}/_{2}$ Stein dar. Sowohl in der Schicht C als in der Schicht D sind in der

Ecke nur ein Dreiquartier q, nebst zwei ordinären Quartierstücken r, r, sonst aber lauter ganze Steine erforderlich. Die Schicht C endigt mit ganzen Steinen, die andere D hingegen enthält am Ende vier $^3/_4$ Stück und außerdem noch drei ordinäre Quartierstücke nebst einem Kopfstück.

Steinverbände zu 3, $3^1/_2$ und 4 Stein starken Mauern.

Fig. 88 A und B zeigt einen guten Blockverband zu einer Mauer von 3 Stein Stärke.

Die Dreiquartiere, ordinäre Quartiere und Kopfstücke, welche, des richtigen Verbandes wegen, in den Ecken und an den Enden erforderlich sind, findet man in den sämmtlichen Figuren, welche sich auf Mauerverband beziehen, mit q, r, k bezeichnet.

Fig. 88 C und D stellt dieselbe Mauerstärke in einem andern guten Blockverbande dar.

Fig. 89 A und B zwei Steinschichten A und B eines soliden Blockverbandes zu einer $3^1/_2$ Stein starken Mauer.

Fig. 89 C und D stellt einen andern, ebenfalls guten Blockverband für dieselbe Mauerstärke von $3^1/_2$ Stein dar.

Fig. 90 A und B. Die beiden hier abgebildeten Schichten A und B geben einen richtigen Blockverband zu einer vier Stein starken Mauer.

Fig. 90 C und D enthält zwei Steinschichten zu einem ebenfalls richtig construirten Blockverbande für dieselbe Mauerstärke von 4 Stein.

§. 134.

B. Der Kreuzverband.

Dieser bildet die zweite vorzüglichere Art von Verband. Er entsteht, wenn die Steine so im Verbande gelegt werden, daß eine dreimalige Verwechselung der Stoßfugen in den übereinander liegenden Steinschichten entsteht, dergestalt, daß die Stoßfugen der ersten, fünften, neunten Läuferschicht, ferner der zweiten, vierten, sechsten, achten, zehnten Binderschicht, so wie endlich die Stoßfugen der dritten, siebenten, eilften Läuferschicht rc. lothrecht übereinander stehen.

Fig. 91 liegt in D erst eine Läuferschicht a, dann eine Streckerschicht b, hierauf folgt eine Läuferschicht c, welche aber mit ihren Stoßfugen gerade auf die Mitte der Läufer in der ersten Schicht trifft. Auf diese Läuferschicht folgt wieder eine Streckerschicht b, welche gerade so wie die erste Streckerschicht b liegt. Hierauf folgt wieder eine Läuferschicht a,

welche mit ihren Stoßfugen gerade wieder über die Stoßfugen der ersten Schicht a trifft. Dadurch entsteht eine Abwechselung der Fugen, wie sie vorhin angegeben wurde.

Die Fig. A zeigt die erste Schicht einer einen Stein starken Mauer, Fig. B zeigt die zweite Schicht, wie sie mit einem Quartierstück x versehen sein muß, damit der Verband herauskommt, sowie in der Fig. C, welche die dritte Schicht bezeichnet, der Strecker f diesen verursacht. In Fig. D ist das Quartierstück x durch denselben Buchstaben bezeichnet, sowie auch der Strecker f; aus dieser Figur ist zugleich ersichtlich, daß das Quartierstück immer in der zweiten Schicht, der Strecker f aber jedes Mal in der dritten Schicht wechselt. Das in dieser Figur dunkel gezeichnete Kreuz zeigt, wie die Stoßfugen k, k jedes Mal auf die Streckerschichten fallen, woran der Kreuzverband erkenntlich wird. Bei genauer Betrachtung findet man, daß die ganze Außenseite dieser Mauer aus lauter solchen Kreuzen besteht.

Soll eine Mauer, die im Blockverbande angefangen wurde, im Kreuzverbande fortgeführt werden, wie Fig. 92 zeigt, so darf man nur die im Blockverbande angefangene Mauer abtreppen, d. h. nach der Länge stufenweise ablaufen lassen, dann aber in einer Schicht um die andere mit Läufern und Streckern fortfahren, so erhält man den richtigen Kreuzverband.

Um aber in dem Blockverbande eine solche Abtreppung zu erhalten, die zu Ansetzung des Kreuzverbandes erforderlich ist, bedarf es einer besondern Aufmerksamkeit, da der Blockverband keine ordentliche Abtreppung giebt, sondern es stehen, wie Fig. 93 zeigt, die Läufer b, b .'. allemal um $^3/_4$ einer Steinlänge mehr vor als die Strecker a, a . ., da eine ordentliche Abtreppung, wie in Fig. 92 ersichtlich ist, in gleichweit vorstehenden Stufen ablaufen soll. Daher müssen, wenn man aus dem Blockverbande den Kreuzverband hervorbringen will, alle 4 Schichten neben dem Läufer, Strecker x angelegt werden, wogegen die übrigen Läuferschichten und Streckerschichten v, v, v . . . . und r, r, r in ihrer Ordnung fortlaufen können. Dieser Verband ist bei allen Mauerstärken anzuwenden, wobei wieder die bei dem Blockverbande gegebenen Regeln zu beobachten sind.

Die Kreuzverbände zu Mauern von 3, $3^1/_2$, 4 und mehr Stein Stärke sind hier nicht mit abgebildet worden, weil sie sich aus den dargestellten Blockverbänden leicht construiren lassen. Man darf sich dabei

nur erinnern, daß die Streckerschichten für alle Mauerstärken ungeändert dieselben bleiben, wie sie für den Blockverband angegeben sind, und daß nur zwischen den Läuferschichten die nöthige Verwechselung der Stoßfugen angeordnet werden muß, wodurch immer die Stoßfugen der einen Läuferschicht auf die Mitte der Steine in der andern zu stehen kommen.

Steinverbindung der Kreuzlagen (Schmieg- oder Stromlagen), bei runden Pfeilern und Schornsteinverbänden.

Fig. 94 von A bis G. Darstellung eines Mauerverbandes mit abwechselnden Kreuzlagen. Bei dieser Steinverbindung wechseln sechs Schichten A, B, C, D, E und F mit einander ab, und zwar sind die beiden erstern A, B gerade Schichten, die vier andern aber sogenannte Kreuzlagen. In den letztern sind die Steine nach einem Winkel von 45° und in entgegengesetzten Richtungen über einander gelegt, wodurch eine größere Verwickelung der Lagen und Fugen hervorgebracht wird, als dies bei Anwendung von lauter geraden Schichten möglich ist. Die Kreuzlagen C, D, E, F werden an den äußern Fronten durch gerade Steinreihen verblendet, so daß die Ansicht der fertigen Mauer wie gewöhnlicher Blockverband oder Kreuzverband erscheint. Man wendet diese Art des Verbandes bei Festungsmauern, bei starken Futtermauern und Wassermauern an, weil derselbe eine vorzügliche Festigkeit gewährt und der Erschütterung und Trennung kräftigen Widerstand leistet.

Fig. 95 A bis E zeigt die Steinverbindung zu einem runden Pfeiler von $2\frac{1}{2}$ Stein Durchmesser, so wie

Fig. 96 A bis E die Construction eines ebenfalls runden gemauerten Pfeilers, von drei Steinen Durchmesser dargestellt.

Beide Pfeiler sind aus behauenen Steinen zu mauern angenommen; in beiden Figuren bezeichnet E den Aufriß der Pfeiler; A, B, C und D sind die einzelnen Steinschichten, welche nach der Höhe des Pfeilers mit einander abwechseln müssen, um einen guten Verband hervorzubringen. — Damit die kleinen Stücke x nicht alle auf derselben Stelle über einander zu liegen kommen, so werden zuerst die beiden Schichten A, B im geraden Verbande übereinander gelegt; darauf kommt die Schicht C dergestalt zu liegen, daß ihre Fugen sich mit denen der erstgenannten unter 45 Grad kreuzen. Auf die Schicht C legt man dann die Schicht D wieder in geradem Verbande, und auf diese Art wird mit der Abwechselung der vier Schichten von unten bis oben fortgefahren.

§. 135.

C. Der polnische oder gothische Verband.

Bei vielen alten Gebäuden trifft man im Mauerwerk einen Verband, in welchem nur die äußere Verkleidung aus regulären Steinen oder auch aus Bruchsteinen gleich einem solchen Körper aufgeführt, der innere Raum aber mit kleinen Steinen, Ziegelstücken u. dgl. ausgefüllt und mit Mauerspeise vergossen wird, die (nach der Austrocknung) alles zu einer Masse verbindet. Diese Bauart, wovon

Fig. 97 A und B ein fertiges Stück Mauerwerk darstellt, kann aber nur sehr langsam vollstreckt werden und läßt dabei noch immer befürchten, daß sich die gerade Steinverkleidung mit der Zeit von dem innern rohen Mauerwerke ablöse.

§. 136.

D. Der Schornsteinverband.

Unter Schornsteinverband versteht man im allgemeinen denjenigen, wobei ein Läufer Fig. 98, 99, 100 um eine Ecke herum einen Strecker neben sich hat. Dieser Verband bildet sich bei der Aufführung der Schornsteinröhren und hat wahrscheinlich daher seinen Namen. In den genannten Figuren sind jedesmal zwei Schichten A und B und der Standriß C gegeben, aus welchen der Verband der verschiedenen Schornsteinröhren, wie sie gemauert werden sollen, ersichtlich ist.

Fig. 101 A und B zeigt den Verband einer gewöhnlichen Schornsteinröhre von $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ Stein lichter Weite.

Fig. 101 ist der Aufriß, A und B sind 2 Steinlagen dazu, welche so mit einander abwechseln, daß niemals Fuge auf Fuge trifft; dazu sind in jeder Schicht zwei Dreiquartierstücke q q erforderlich.

Die auf beiden Seiten vorbeistreichenden Balken b, b sind darum ausgeschnitten, damit das stehen gebliebene Holz überall mindestens 3 Zoll von der äußern Seitenwand der Röhre entfernt bleibt.

Dieses Ausschneiden ist übrigens unnöthig, wenn man die Einrichtung treffen kann, daß der ganze Balken selbst 3 — 5 Zoll von der Schornsteinwand entfernt bleibt, was jedenfalls vorzuziehen ist, weil das Ausschneiden den Balken schwächt.

Fig. 102 A und B bezeichnet eine einfache runde Schornsteinröhre von 6 Zoll lichtem Durchmesser, aus besonders dazu geform-

ten Steinen. Fig. 102 ist die Ansicht; A und B sind die abwechselnden Steinlagen dazu.

Fig. 103 A und B zeigt die Steinconstruction, wenn in einer zwei Stein starken Mauer zwei eben solche aus Formsteinen gebildete Röhren neben einander zu liegen kommen.

Fig. 104 A und B zeigt die Lage der Formsteine, wenn vier 6zöllige runde Röhren, da wo sich zwei Mauern rechtwinklig durchkreuzen, neben einander emporsteigen.

Diese runden Schornsteinröhren dienen gewöhnlich als Leitungsröhren, wenn ein Gebäude mit erwärmter Luft geheizt werden soll. Sie werden nur selten zur Ableitung des Rauches verwendet, obgleich sie hierzu bessere Dienste leisten als die engen viereckigen Röhren.

Fig. 105 A und B zeigt den Verband zu einer doppelten Schornsteinröhre von $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ Stein lichter Weite. Fig. 105 zeigt den Aufriß; A und B die Grundrisse zweier Steinlagen.

§. 137.

Verband der Fachwerkswände, Bruchsteinmauern und des Mauerwerks mit Quaderverblendung.

Fig. 106 A und B zeigt eine Fachwerkswand, einen Stein stark ausgemauert. Fig. 106 zeigt die Ansicht, A und B die abwechselnden Steinschichten. Sämmtliche Hölzer stehen mit der innern Mauerfläche bündig, dagegen sind sie außerhalb $\frac{1}{2}$ Stein stark verblendet.

Fig. 106 A und B zeigt ein Mauerwerk, welches in der äußern Front mit Quadersteinen verblendet, im übrigen aber entweder aus Backsteinen oder auch aus rauhen Bruchsteinen construirt ist. Fig. 106 zeigt die äußere Ansicht mit der Quaderverblendung. A die innere Ansicht. B ist der Grundriß einer Steinlage. a bis b in Backsteinmauerwerk, b bis c in rauhem Bruchsteinmauerwerk.

Die Ankersteine müssen an ihrem äußern Kopfende schwalbenschwanzförmig zugehauen werden, damit sie zwischen den als Läufer dienenden Werkstücken gehörig eingreifen und dieselben so festhalten können, daß dadurch die Gefahr, von der Last des darauf ruhenden Mauerwerks herausgedrängt zu werden, beseitigt wird.

Zum leichtern Erlernen der Mauerverbände kann man sich kleine Holzklötzchen schneiden lassen, welche 2 Zoll lang, 1 Zoll breit und $\frac{1}{2}$ Zoll hoch sind; es werden dann immer 2 Strecker so lang als ein Läufer

sein. — Dreiviertelquartiere, halbe Steine und andere Quartierstücke muß man sich ebenfalls schneiden lassen. — Auch kann man sich dergleichen kleine Steine von Gyps, Thon, Lehm selbst fertigen und sich dadurch eine hinlängliche Uebung im Verbande aneignen.

§. 138.

Eintheilung, Stärke, Höhe und Festigkeit der Mauern.

Die Mauern der Gebäude unterscheiden sich sowohl nach dem Zwecke, den sie in den Gebäuden haben, als auch nach der Beschaffenheit des Materials, aus dem sie erbaut werden.

In Rücksicht ihres Zweckes sind sie nun entweder

1) Grundmauern, von denen wir bereits gesprochen haben, oder

2) äußere Mauern oder Umfassungsmauern, welche den ganzen Raum des Gebäudes einschließen; diese sind in Rücksicht ihrer Lage

entweder Vorder- und Hinter- oder Frontmauern;

oder auch Seiten- oder Giebelmauern.

3) Scheidemauern zur Abtheilung der Zimmer, und zwar

a. Mittelmauern, die mit der Front völlig oder doch nahe parallel gehen;

b. Quermauern, die mit den Seiten- oder Giebelmauern parallel laufen.

4) Brand- und Vorlegemauern; erstere dienen, um die Feuerungen und Schornsteine daran zu legen, letztere aber schließen die Einheizwinkel oder Vorgelege ein.

In Rücksicht des Materials sind sie entweder Sandsteinmauern, Brocken- oder Feldsteinmauern, Ziegel- und Luftsteinmauern ꝛc.

5) Bestehen die Mauern aus Holz und Stein oder aus Holz allein, so erhalten sie den Namen Wand.

§. 139.

Stärke der Mauern.

Die Stabilität oder Standfähigkeit einer Mauer ist eine Hauptbedingung ihrer Festigkeit und Dauer.

Nach Erfahrungssätzen verlangen die meisten Baumeister, selbst bei den festesten Gebäuden, für die Mauer von einem Geschosse und 10 bis 12 Fuß Höhe, auf welcher schon das Dach ruht, eine Dicke oder Stärke

von 2 Fuß, und daß, wenn die Mauer über 12 Fuß hoch ist, man auf jeden Fuß $1/2$ Zoll der Stärke zusetzen müsse. Hiernach ist eine Mauer von 24 Fuß Höhe von Ziegeln schon dick genug, wenn sie 2 Fuß 6 Zoll beträgt; bei Bruchsteinen geben sie auf je 2 Fuß Dicke 3 bis 4 Zoll zu, daher eine Mauer von 24 Fuß Höhe aus Bruchsteinen 2 Fuß 9 Zoll stark sein muß.

Nach Andern rechnet man für die Dicke einer Mauer $1/10$ bis $1/2$ ihrer Höhe; wonach also eine Mauer von 12 Fuß Höhe mindestens 1 Fuß stark sein müßte. Die Standfähigkeit einer Mauer hängt aber nicht allein von ihrer verhältnißmäßigen Dicke zur Höhe ab, sondern auch von ihrer Länge. Man kann annehmen, daß jede Mauer von 10 Fuß Höhe bei einer Länge von 20 Fuß und bei einer Stärke von 1 Fuß die größte Länge erreicht hat, um noch ohne weiteren Haltpunct festzustehen. Wäre sie aber länger als 20 Fuß, so müßte sie entweder einen Verstärkungspfeiler erhalten, oder eine Quermauer müßte auf diesem Puncte ihrer Standfähigkeit zu Hülfe kommen.

Eben so müßte eine Mauer von 20 Fuß Höhe und 2 Fuß Stärke, wenigstens in einer Entfernung von 40 Fuß, wieder einen Haltpunct bekommen; es ergiebt sich hieraus die Regel: daß jede Mauer, deren Höhe und Dicke gegeben ist, ohne weitere Haltpuncte, z. B. Strebepfeiler oder einspringende Mauern, nur zweimal so lang werden kann, als ihre Höhe ist.

In Gebäuden dienen Quermauern wie auch Giebelwände als Haltpuncte. Sind aber diese nicht vorhanden, so müssen in den oben angegebenen Entfernungen Verstärkungen, z. B. Strebepfeiler, angebracht werden. Eine so verstärkte Mauer besitzt ungefähr dieselbe Standfähigkeit, als wenn sie ganz in der Stärke aufgeführt wäre, welche die Strebepfeiler für sich haben, und man pflegt daher auch eine Anordnung zu treffen, die man Schild und Bogen nennt. Man denke sich eine auf einem durchlaufenden Sockel ruhende Reihe von Pfeilern, die oberhalb durch Mauerbogen geschlossen, die Zwischenräume dieser Pfeiler aber mit schwächeren Mauern ausgefüllt als die Pfeiler selbst dick sind, so hat man eine Mauer in Schild und Bogen. Diese wird ganz dieselbe Standfähigkeit haben, als wenn man die ganze Mauer von der Stärke der Pfeiler aufgeführt hätte, und dabei wird man noch alles das Material erspart haben, welches zur Ausfüllung der Bogen noch erforderlich gewesen wäre.

Formirt eine Mauer eine Ecke, so ist ihre Standfähigkeit in diesem Puncte um so größer, je mehr der Winkel, welchen die Ecke bildet, einem rechten Winkel nahe kommt. Demnach sind Mauern, welche ein Viereck bilden, einzeln wechselseitig als solche Mauern zu betrachten, welche an den Enden genügenden Halt haben.

Bei einem länglichen Viereck müßten aber bei gleicher Höhe die Mauern eine verschiedene Stärke dann erhalten, wenn die lange Seite länger als die doppelte Höhe wäre.

Mauern bis zu 8 Fuß Höhe und niedriger bedürfen jedoch selbst bei der größten Länge keiner Verstärkungen, weil sie, wenn sie gehörig stark sind, vermöge ihrer geringen Höhe keine Neigung zum Umsturz haben.

Rondelet sagt über die Bestimmung der Mauerstärken Folgendes: Die Standfähigkeit einer unbestimmt langen, geradlinigen, ganz freistehenden Mauer ist

1) groß, wenn die Höhe derselben das Achtfache der Mauerdicke beträgt;
2) mittelmäßig, wenn die Höhe die zehnfache Mauerdicke ist;
3) gering, wenn die Höhe die zwölffache Mauerdicke ist.

Wenn eine Mauer Fig. 107 an einem Ende einen rechten Winkel bildet, so ist sie dadurch verstärkt, wenigstens auf eine gewisse Länge ab, weil diese bei dem Ausweichen von dem Flügel ac gehalten wird und sich erst davon losreißen müßte. Mehr noch ist die Mauer verstärkt, wenn nach Fig. 108 an jedem Ende ein Flügel anstößt. Dabei kann jedoch die Entfernung aa′ so groß werden, daß der Zwischentheil von bb′ nur noch als eine ganz frei stehende Mauer zu betrachten ist. Die Flügel a, c und a′, c′ können aber auch einander so nahe stehen, daß eine Trennung nicht mehr möglich wird.

Mauern in Gevierten Fig. 109 und 110 sind einzeln, wechselseitig als solche Mauern mit beiderseitigen Flügeln zu betrachten, und man sieht, wie die Dicke der einzelnen Theile derselben von ihrer Länge abhängig ist. Es sei Fig. 109 eine freie, unbedachte, rechteckige Vierungsmauer; es soll die Dicke der Mauertheile ab und ac bestimmt werden. Die Höhe der Mauer sei ap Fig. 111, und up ab stellte die Mauerfläche über ab Fig. 109 dar. Man theile die Höhe ap, je nachdem die Mauer eine große, mittlere oder geringe Standfähigkeit erhalten soll, in 8 oder 9 bis 10 oder 11 bis 12 gleiche Theile pq, und beschreibe damit aus p den Viertelkreis qr. Die Uebereckllinie pb schneidet den-

selben in o. Zieht man durch o parallel mit ap die Linie oo′, so wird dadurch die Dicke ow der Mauer ab Fig. 109 bestimmt, und man sieht, daß diese Dicke sowohl mit der Höhe als mit der Länge der Mauer, wie es sein muß, zu- und abnimmt. Wird dann die Länge der Giebelmauer ac Fig. 109 in Fig. 111 von a nach c getragen und die Ueberecklinie pc gezogen, so schneidet diese ebenfalls den Viertelkreis qr in e. Zieht man durch e parallel mit pa die Linie ee′, so ist ebenso ew die gesuchte Mauerdicke für ac in Fig. 109.

Die Mauerdicken in ab und cd, wie auch in bd und ac sind in jeder rechteckigen Vierung einander gleich. Im Quadrat wie in jedem regelmäßigen Vieleck sind alle Theile der Umfangsmauer einander gleich, und man hat hierbei nur die Dicke eines Theils aus der Länge und Höhe zu bestimmen.

Um die Mauerdicke einer jeden Seite eines unregelmäßigen Vierecks Fig. 110 zu bestimmen, bilde man mit der längsten Seite ab und der Höhe ein Rechteck dqab Fig. 112, so daß ap die Mauerhöhe sei. Die drei übrigen Seiten ad, bc und dc Fig. 110 trage man in Fig. 112 von a nach d, m und n, ziehe die Ueberecklinien pb, pd und pn; wenn dann ap in die 8 bis 12 gleiche Theile pq getheilt wurde, so durchschneidet der Viertelkreis qr jene Ueberecken, und wenn man durch die Schnittpuncte mit ap Parallelen oo′, ee′ zieht, so erhält man die Mauerdicken ow, ew 2c. wie vorhin.

Für die kreisförmige Umfangsmauer beschreibt Rondelet im Kreise ein Zwölfeck und bestimmt die Dicke ebenso, wie für dasselbe die Regel es vorschreibt. Da die Seite eines Zwölfecks der Hälfte des Kreishalbmessers sehr nahe kommt, so kann man diese Größe für die Stärke der Mauer nehmen.

Die Kreismauer der St. Stephanskirche in Rom hat 198 Fuß Durchmesser, $22^1/_2$ Fuß Höhe und 2 Fuß 4 Zoll dicke Mauern; die vorstehende Regel bestimmt dagegen 2 Fuß $3^1/_3$ Zoll.

Sind nach Fig. 113 und 114 die zwei äußern, gegenüberstehenden Mauern mit einem einfachen Dache, also nur mit Dachbalken, nicht durch Zwischen- oder Stockwerksgebälke, verbunden und die Mauerhöhe AB und Breite AD bestimmt, so wird die Linie BD übereck gezogen und auf derselben von B bis b der zwölfte Theil von AB (der Höhe) abgesetzt. Eine Linie durch b, gleichlaufend mit AB, bestimmt die Mauerdicke.

Eben so wird $^1/_{12}$ AB von D nach d getragen und durch d die gleichlaufende gezogen, wodurch die Dicke der andern Mauer erhalten wird.

Finden aber Ueberdächer statt, wie in den Fig. 113 und 114, so nimmt man zur Höhe AB noch die Höhe EB über dem Standpuncte E hinzu, und von dieser Summe $^1/_{24}$. Die so erhaltene Größe setzt man von B nach f ab und verfährt wie vorhin, indem man durch f die Parallele mit AB zieht.

Mauern, deren Grundriß ein Kreis oder ein regelmäßiges Vieleck ist, haben eine verhältnißmäßig größere Standfähigkeit als in gerader Linie fortlaufende, weil sie 1) in sich selbst zurückkehren und 2) bei Vielecken in jeder Ecke einen Anhaltepunct der Mauer bilden.

Freistehende gemauerte Pfeiler bekommen $^1/_{12}$ bis $^1/_8$ der Höhe zur Dicke.

Was die Mauerstärke für Gebäude von mehrern Stockwerken betrifft, so hat man durch Erfahrung gefunden, daß die untere Mauer dem Drucke der darüber stehenden Stockmauern genugsam widersteht, wenn sie nur einige Zoll stärker gemacht wird. Man hat daher als praktische Regel angenommen, in jedem Stockwerke von der Stärke der Mauer 6 Zoll abzubrechen. Man giebt hiernach in einem Gebäude von 4 Stockwerken, wenn z. B. der vierte Stock eine Umfassungsmauer von 1 Fuß Dicke bekommen soll,

dem dritten Stock eine Mauer von	$1^1/_2$ Fuß,	Quermauer	1 Fuß
„ zweiten „ „ „ „	2 „	„ „	$1^1/_2$ „
„ ersten „ „ „ „	$2^1/_2$ „	„ „	2 „
und der Grundmauer eine Stärke von	3 „	„ „	$2^1/_2$ „

im Fall nicht etwa die Grundmauer oder erste Stockmauer wegen des Seitenschubes von Gewölben verstärkt werden muß.

Die Scheidemauern können von geringerer Stärke als die Umfangsmauern sein. Bei einer Stockwerkshöhe von 10 bis 14 Fuß genügen Quermauern von $^1/_2$ bis 1 Fuß Dicke und Mittelmauern von 1 bis $1^1/_2$ Fuß Stärke, wenn die Umfangsmauern mindestens die Stärke von $1^1/_3$ bis $1^1/_2$ Fuß haben.

Sind die Stockwerke nicht über 10′ hoch, so kann man immer zwei Stockwerke unbeschadet der Festigkeit von gleicher Stärke nehmen.

Werden die Mauern von Ziegeln gebaut, so ändern sich diese Verhältnisse nach dem Ziegelmaße. Sind die Ziegeln nur 10 Zoll lang, $5^3/_4$ Zoll breit, so rechnet man im obersten Stockwerk die Umfangs

mauern $1\frac{1}{2}$ Stein stark (16 Zoll mit der Fuge), die Mittelmauern ebenso und die Quermauern 1 Stein oder 10 Zoll stark; jedem nächst unteren Stockwerke legt man der Mauerstärke einen halben Stein zu, somit ergeben sich die Mauerstärken wie folgt:

1 Stein stark	= 10 Zoll	= $\frac{5}{6}$′	wobei die Kalkfugen mit eingerechnet sind.
$1\frac{1}{2}$ „ „	= 16 „	= $1\frac{1}{3}$′	
2 „ „	= 21 „	= 1′ 9″	
$2\frac{1}{2}$ „ „	= 27 „	= 2′ 3″	
3 „ „	= 33 „	= 2′ 9″ u. s. w.	

Wollte man die Mauerstärken eines Thurmes bestimmen, so hätte man nur nöthig, den Thurm in Stockwerkshöhen von 15 zu 15 Fuß zu theilen, für das oberste Stockwerk eine Stärke von $1\frac{1}{2}$ Fuß zu bestimmen und jedem nächst unteren $\frac{1}{2}$ Fuß Stärke zuzulegen.

Gesetzt, das Mauerwerk eines Thurmes wäre 150 Fuß hoch, so würde das oberste Stock $1\frac{1}{2}$ Fuß, das unterste 6 Fuß stark im Mauerwerk werden.

Ferner sind die Mauerstärken noch abhängig von dem Material, aus welchem sie bestehen. Je fester das Gefüge des Materials ist, um so schwächer kann man verhältnißmäßig die Mauern machen.

§. 140.

Höhe der Mauern und Wände und deren Verankerung.

Die Höhe der Mauern und Wände richtet sich nach den Umständen und dem Gebrauche der Gebäude.

Bei den geringsten Wohngebäuden beträgt die Zimmerhöhe nicht unter $7\frac{1}{2}$ Fuß, bei andern ist die Zimmerhöhe im Lichten 10 bis 12 Fuß und mehr. Wirthschaftsgebäude und Ställe erhalten andere ihrer Bestimmung angemessene Höhen. Bei den Wänden ist noch zu bemerken, daß diese auch bei jeder Höhe nicht stärker gemacht werden können, als die Stärke eines Mauerziegels beträgt, nämlich 10 bis 14 Zoll stark, und auch nicht schwächer als die Breite eines Mauerziegels, als 6 bis 7 Zoll, weil dieses die gewöhnlichen Stärken des beschlagenen Bauholzes sind. Dergleichen starke Fachwände werden auch nur bei hohen hölzernen Thürmen angebracht.

Uebrigens kann durch Anwendung eiserner Anker den Gebäuden noch ein solcher Zusammenhang gegeben werden, daß man sehr hohe Mauern, ohne nach den gegebenen Bestimmungen über deren Stärke sich zu richten,

schwächer aufführen kann. Diese eisernen Anker werden an den Balkenköpfen der Balkenlager angebracht. Sie bestehen nach Fig. 115 aus demjenigen Theile, welcher an einer Seite des Balkens mittelst Krammen c und Nägeln d angeschlagen wird; dieses Eisen hat vorn ein Oehr e, durch welches das verticale Schlußstück oder der Splint mit der Fläche der Mauer gleich eingehauen oder, wie man Fig. 116 bei A und B sieht, durchgestochen wird. Je mehr solche Anker in einem Gebäude angebracht werden, desto besser ist es; bei gewöhnlichen Wohngebäuden ist es jedoch hinreichend, wenn an den beiden Enden eines jeden, auf einen Pfeiler zwischen den Fenstern zu treffenden Balkens dergleichen Anker angeschlagen werden.

§. 141.

Festigkeit des Mauerwerkes.

Die Festigkeit der Mauern beruht theils auf der Festigkeit des Materials, theils ist sie mechanisch. Eine gute Mauer muß gleichsam einen einzigen Stein oder Körper bilden, der aus Steinen und Kalk zusammengesetzt ist, und diese Bestandtheile erhärten mit der Zeit dergestalt, daß sie den Stein ausmachen.

Um diese Erhärtung, auf der die Festigkeit des Gemäuers beruht, zu erzielen, hat man folgende Puncte zu beachten:

1) Der Kalk darf bei den Mauern nicht verschwendet werden. Es darf zwischen die Ziegel und andere Steine nur so viel Kalkmörtel eingebracht werden, als das gleiche Lager der Steine erfordert, damit die Steine in allen Theilen von dem Mörtel berührt und verbunden werden. Wird der Mörtel zu dick aufgetragen, so erhärtet und versteinert er nur langsam, das Mauerwerk wird also nur langsam fest und ist dem starken Setzen und dem dadurch erfolgenden Reißen ausgesetzt.

2) Die Materialien, woraus eine Mauer gefertigt wird, müssen genau zusammenpassen und mit einander vereinigt sein.

3) Die Steinfugen müssen immer wechseln und es dürfen die Seitenfugen einer Schicht nie auf die Seiten- oder Stoßfugen der nächst unteren Schicht treffen, sondern sie müssen möglichst immer auf die Mitte der Steine derselben fallen. Dafern man die Steine so auf einander schichtete, daß die Stoßfugen alle in senkrechter Linie über einander treffen, würde das Ganze keine Verbindung erhalten und durch die geringste Gewalt leicht umgestoßen werden können. Durch den Wechsel aber greift ein

Stein in den andern und einer hält den andern. Hieraus folgt nun, daß diese Verbindung nicht nur nach der Dicke der Mauer, sondern auch nach der Länge derselben gehen muß.

§. 142.
Mauern von Sandsteinquadern.

In Gebirgsgegenden, wo dergleichen Mauern vielfältig vorkommen, liefern die Steinhauer oder Steinmetzen die erforderlichen Quadern und bilden daselbst eine eigne Abtheilung der Bauhandwerker. Wo aber derartige Arbeiten verhältnißmäßig nur wenig vorkommen, verrichten diese Arbeiten die Maurer. Die Wissenschaft, welche die sämmtlichen Flächen eines einzelnen Steines (Werksteines) der Form nach bearbeiten lehrt, damit er an den betreffenden Ort passe, heißt der Steinschnitt. Der Steinmetz muß denselben in seiner vollkommensten Ausdehnung verstehen; für den Maurer aber genügt es schon, wenn er für die in seinem Fache vorkommenden einfachen Arbeiten mit den Anfangsgründen der Projectionslehre vertraut ist.

Das Lager heißt diejenige Fläche eines Steines, mit welcher er in der Mauer oder auch (als roher ungebrochener Stein) im Gebirge lagert.

Die Lagerfuge ist diejenige Fläche eines Werksteines, welche wagerecht ist. Für einen Stein giebt es also zwei Lagerfugen, nämlich: eine untere Lagerfuge, wo er auf einem andern liegt, und eine obere Lagerfuge, wo ein anderer Stein auf ihn gelegt wird.

Stoßfugen heißen diejenigen Flächen, mit welchen ein Stein an die ihm der Länge nach zunächst liegenden anstößt.

Stirnfläche heißt die nach außen gekehrte Fläche des Steines (auch Kopf).

Hintere Fläche heißt die der Stirnfläche entgegengesetzte Seite.

Die Werkstücke müssen im Bau immer mit derselben Fläche in das Lager gelegt werden, mit welcher sie im Steinbruche im Lager gelegen haben, weil sie, in dieser Art gelagert, den meisten Widerstand gegen das Zerdrücktwerden äußern.

Das Einsetzen eines Steines in dasjenige Lager, welches er im Bau einnehmen soll, heißt:

§. 143.

Das Versetzen der Werkstücke.

Hierzu sind mancherlei Hülfsmittel erforderlich. Geschieht das Versetzen zu ebener Erde oder in geringen Höhen, so wird der Stein auf einer Schleife, oder auf Holzrollen, oder auf einer mit starken ganz niedrigen Rädern versehenen Schleife, nach dem Orte seiner Bestimmung gebracht. Damit diese Hülfsmittel im weichen Boden nicht einsinken, werden überall, wo die Bahn geht, Bretter untergelegt. Sollen die Steine in größerer Höhe versetzt werden, wo man sie nicht hinschleifen kann, so müssen sie durch Hebezeuge gehoben und durch Rollwagen auf starken, vom Zimmermann verbundenen Gerüsten nach dem Orte ihrer Bestimmung gebracht werden. Daselbst angelangt, werden kleinere Steine, durch so viel Mann als ihn regieren können, theils mit den Händen, theils mit eisernen Brechstangen so lange gedreht und gewendet, bis man sie in das Lager eingepaßt hat.

Sehr große Steine werden von Hebezeugen, die durch Erdwinden bewegt werden, in die Höhe gezogen. Oben angekommen, werden sie in ganz geringer Entfernung über ihrem Lager so lange schwebend erhalten, bis sie (wie man sagt) eingespielt haben, dann werden sie langsam in ihr Lager herunter gelassen. Bei dem in die Höhezieheh großer Steine (bei seinem Auffahren) muß nothwendigerweise ein Steinmetz mit auffahren, damit er den Stein vor Anstoßen und Schwankungen sichere; er stellt sich dann oben auf den Stein und läßt sich mit in die Höhe ziehen. Dabei müssen aber sowohl Krahne als Taue, Kloben und Haken sehr fest sein, damit nichts reiße, weil schon oft der Fall vorgekommen ist, daß solche Steine herunterfielen und die mit Auffahrenden zerschmetterten.

§. 144.

Verkitten, Vergießen und Verdübeln der Werkstücke.

Die innere Verbindung der Werkstücke geschieht nicht, wie bei den Mauern aus gebrannten Steinen, durch Mörtel, indem die geringe Masse Kalk gar nicht im Stande sein würde, die großen Steine zu halten. Vielmehr verstreicht man sowohl die äußeren Stoßfugen als auch die oberen wagerechten zu Tage liegenden Fugen bei geringer Arbeit mit gutem Kalkmörtel, bei besserer Arbeit mit Steinkitt, damit keine Feuch-

tigkeit in die Fugen eindringen, sich in Eis verwandeln und die Steine auseinander drängen könne.

Mit dem Steinkitt werden nicht allein die Fugen der Steine verklebt, sondern auch abgebrochene Stücken derselben ergänzt, so daß der aufgetragene Kitt den fehlenden Theil des Steines ersetzen muß. Man sieht hieraus, daß der Kitt, wenn er erhärtet ist, so fest als der Stein selbst sein muß. Ferner muß er die Eigenschaft haben, sich an das Gestein fest anzuhängen und nie loszulassen. Ist das Mauerwerk bald im Nassen, bald im Trocknen, so braucht man folgenden Kitt:

$5^1/_4$	Pfund	von der Luft abgelöschten Kalk,
$2^1/_2$	"	ganz feingesiebtes Ziegelmehl,
$^1/_4$	"	pulverisirtes Glas,
2	"	ordinäres Leinöl,
10	Pfund.	

Steht das Mauerwerk beständig im Wasser, so nimmt man:

5	Pfund	Kalk,
$2^1/_2$	"	Ziegelmehl,
$^1/_2$	"	Hammerschlag,
$^1/_4$	"	pulverisirtes Glas,
2	"	Leinöl,
$10^1/_4$	Pfund.	

Der Kalk wie auch das Ziegelmehl müssen möglichst trocken sein; von dem Oele, welches man vorher noch zu kochen pflegt, nimmt man anfangs nur so viel, daß die Masse beim Schlagen oder Stampfen gerade nicht stäube. Ein Mann kann in einem Tage höchstens 10 Pfd. schlagen und verfährt dabei auf folgende Weise: die vorher in einem Mörser gestoßene Masse wird gesiebt, von neuem in einen Mörser gethan, sodann $^3/_4$ des Oels ($1^1/_2$ Pfd.) hinzugethan und alles zu einem steifen Teige gestoßen; sodann wird das letzte $^1/_4$ Oel hinzugethan, wovon alles an einander hängt. Die Masse wird nunmehr aus dem Mörser gekratzt, auf eine Werksteinplatte gelegt und mit einem dazu geschmiedeten, bis 20 Pfd. schweren Eisen (wozu man auch eine gewöhnliche Brechstange nehmen kann) einen ganzen Tag geschlagen, wobei man den breiten Kuchen wieder von allen Seiten zusammenlegt und von neuem breit schlägt.

Wird viel Kalk verbraucht, so kann eine Portion von 25 Pfd. auf einmal zubereitet werden. Doch soll im voraus nicht mehr davon gemacht werden, als man in 2 bis 3 Tagen zu verbrauchen gedenkt. Macht man

aber einen Vorrath auf 8 bis 12 Tage, oder man würde an dem Verbrauch gehindert, so muß der Kitt mit feuchtem Papier umschlagen an einem frischen Orte aufbewahrt werden, damit derselbe keine Rinde bekomme.

Beim Verkitten der Mauern müssen zuvor die Steinfugen von aller Nässe und allem Staube gereinigt werden, die Fugen werden jedoch vor dem Einstreichen mit Kitt einigemal mit Oel, vermittelst eines Pinsels, ausgestrichen und sodann der Kitt mit hölzernen oder eisernen Spateln mit Gewalt so tief als möglich eingepreßt.

Entstehen in den ersten Tagen nach diesem Einstreichen kleine Risse, so müssen selbige mit Oel bestrichen und von neuem zugedrückt werden. In 8 Tagen pflegt alles torcken zu sein, und nach Verlauf eines Jahres ist dieser Kitt fester als der Stein selbst. Haben die Werkstücke eine graue oder röthliche Farbe, so kann man dem Kitt durch Zusatz von etwas Schwärze oder Braunroth (Bolus) ein gleiches Ansehn geben.

Einen guten Feuer- oder heißen Kitt bereitet man folgendermaßen: Man nimmt 24 Loth Colofonium oder Pech, 3 Loth gelbes Wachs, 2 Loth Terpentin, 1 Loth gegossenen Mastix, 1 Loth Schwefel und eine Handvoll Ziegelmehl. Diese Massen werden in einem Topfe auf dem Feuer zerlassen und fleißig umgerührt. Soll dieser Kitt sogleich gebraucht werden, so müssen die Fugen mit glühenden Holzkohlen oder mit einem darauf gelegten starken glühenden Eisen heiß gemacht werden, und so wird die Masse glühend eingegossen. Diesen Steinkitt kann man daher bloß bei flach liegenden Steinen, als bei Bassins, steinernen Wasserröhren ꝛc., anbringen. Er erhärtet sogleich, so daß er überstehend weggemeißelt werden muß.

Von diesem Feuerkitt kann man auf viele Jahre Vorrath machen, solchen in Stücken aufheben und beim Gebrauch so viel abschlagen und schmelzen, als man eben bedarf. — Wo keine bedeutende Hitze wirkt, wie bei Hausfluren, Mosaikpflasterungen ꝛc., kann man sich mit Vortheil des geschmolzenen Asphalts bedienen, welcher mit der dreifachen Menge feinen Sandes versetzt wird.

Das Vergießen der Steine findet namentlich dann seine Anwendung, wenn Werkstücken mit einander oder mit anderem Mauerwerk durch sogenannte Klammern oder Stichanker fest verbunden werden sollen, da dann diese Klammern mit den Steinen mittelst flüssigen Bleies, Schwefels oder Gypses vergossen werden. Das Verfahren dabei ist folgendes: Um nämlich zwei wagerecht nebeneinander liegende Werkstücke mit

einander zu verbinden, legt man, je nach der Größe der Steine, eine oder mehrere Klammern ein. Jede solcher Klammern besteht aus einem geraden Stück geschmiedeten Eisens, dessen beide Enden im rechten Winkel ungefähr 1 bis $1^1/_2$ Zoll lang heruntergebogen und zugespitzt sind. Die Länge und Stärke dieser Klammern richtet sich nach der Größe der Steine. Behufs des Einlegens dieser Klammern werden in die beiden Steine, welche durch sie verbunden werden sollen, Löcher eingehauen, welche so weit und tief sind als die umgebogenen Klammerenden, aber auch so groß, daß die Klammer bequem Raum hat. Diese Löcher müssen unten weiter als oben gemacht werden, damit das eingegossene Blei, nachdem es einmal erhärtet ist, sich später nicht herausziehen kann. Damit die Klammern oben vor dem Steine nicht vorstehen, wird in die Steine eine Rinne von der Tiefe eingehauen, als die Klamer selbst dick ist, damit ihre Oberkante mit der Oberfläche der Steine in einerlei Ebene kommt.

Will man nun die Klammer vergießen, so werden erst die Steinlöcher von Nässe und Staub sorgfältig gereinigt, dann wird die Klammer eingelegt und nachher mit dem flüssigen Blei vermittelst einer Gießkelle vergossen. Blei ist zum Vergießen das beste aber auch theuerste Material; Schwefel ist ebenfalls dazu brauchbar, aber Gyps kann nur allein an solchen Orten angewendet werden, wo er unter allen Umständen trocken bleibt. Gyps ist also im Aeußern nie anwendbar; denn wenn er einmal erhärtet und dann wieder naß geworden ist, so dehnt er sich aus und sprengt die damit vergossenen Steine auseinander. Ueberdies rosten dabei die Klammern und somit ist Gyps das schlechteste Material zum Vergießen. Gewöhnlich bedient man sich des Schwefels; an Orten aber, wo weder heißes Wasser noch Sonnenlicht, oder sonst bedeutende Wärme darauf einwirken, kann man mit gutem Erfolg auch Asphalt mit etwas Sand vermischt zum Vergießen der Klammern anwenden.

Sollen senkrecht stehende Steine oder Werkstücke mit Mauerwerk verbunden werden, so werden in den senkrechten Stein je nach der Größe desselben ein oder mehrere Stichanker eingegossen. Ein solcher Stichanker besteht aus einem Stück Eisen, welches an dem Ende, wo es aus dem Steine vorragt, zugespitzt und eingehakt ist.

Nachdem der Stichanker in den senkrechten Stein an seiner hinteren Seite eingegossen ist, wird das Werkstück versetzt und der vorstehende Stichanker dann in das hinter dem Werkstücke aufzuführende Mauerwerk mit eingemauert.

Kommt der Fall vor, daß die Mauer, gegen welche das Werkstück vergossen werden soll, schon vorhanden ist, so macht man vorerst in dem Mauerwerk die nöthigen Löcher für die Stichanker, unten weiter als oben und von vorn nach hinten etwas abwärts geneigt, bringt dann das Werkstück vor die Mauer in ihr Lager, so daß die Stichanker in die Löcher zu stecken kommen; man macht nun vor das Loch, wo vergossen werden soll, ein sogenanntes Nest von nicht zu nassem Lehm und gießt in dieses Nest das Blei ꝛc., von wo es in das entsprechende Loch läuft und den Stichanker vergießt. Man giebt dem Neste die Gestalt einer halb durchgeschnittenen Kelle, die man so lange an den Stein oder die Mauer andrückt als das Vergießen dauert, um das Danebenlaufen des Bleies zu verhindern; dann wird es wieder entfernt und bei dem nächsten Gießloche ein neues Nest davon gemacht. Damit nun aber dit Klammern den gehörigen Halt bekommen und nicht ausreißen können, müssen mindestens 3 Zoll über die Steinfuge nach jeder Seite übergreifen.

Das Verdübeln der Steine hat zum Zweck, den Seitenschub zweier wagerecht auf einander liegenden Steine zu verhindern; man bedient sich hierzu der sogenannten Dübel. Unter Dübel versteht man prismatisch geformte Klötzchen, welche im Grundriß quadratisch oder auch schwalbenschwanzförmig gestaltet sind. Diese Klötzchen werden um die Hälfte ihrer Höhe in den unten liegenden Stein eingelassen, mit der andern Hälfte ihrer Höhe aber reichen sie in den darüber liegenden Stein hinein, so daß sie, wenn eine Kraft die Steine übereinander wegzuschieben strebt, einen Widerstand bilden. Zu diesem Behuf muß in den oberen und unteren Stein in jeden ein Loch eingearbeitet werden, welches die halbe Höhe des Dübels zur Tiefe hat und genau so groß ist, daß der Dübel genau hinein paßt. Gegenwärtig macht man diese Dübel von Stein, von gegossenem oder geschmiedetem Eisen. Werden sie von Eisen gefertigt, so ist es zweckmäßig, sie durch Eintauchen in geschmolzenen Asphalt gegen Rost zu bewahren. Je nach der Größe der Steine ist ein solcher Dübel etwa 3 Zoll lang und 1 bis 2 Zoll dick. In der Regel werden die Dübel gar nicht vergossen, sondern die Löcher nur so genau wie möglich gearbeitet, daß die Dübel genau hinein passen. Will man sie jedoch vergießen, so kann dies nur für das in den unten liegenden Stein eingesenkte Stück geschehen. Werden die Dübel von Stein gewählt, so läßt man sie zuweilen gleich an dem unteren Stein angearbeitet stehen.

§. 145.

Zubereitung der Werkstücke.

Die Zurichtung der Steine zu sogenannten Werkstücken (Quadern) nach vorgeschriebenen Maßen ist eine der einfachsten Vorbereitungen, welche mit den Steinen vorgenommen werden. Es geschieht dies entweder gleich in den Steinbrüchen, oder nach Umständen auch auf der Baustelle. Geschieht es in den Steinbrüchen, so werden die Steine um einen Zoll nach jeder Ausdehnung hin größer angefertigt, als sie später wirklich versetzt werden, weil während des Transports bis zur Baustelle leicht kleine Stücken abspringen und der Stein dann keine reinen Kanten haben würde. Diesen Zoll mehr nennt man den Arbeitszoll. Werden dagegen die Steine gleich auf der Baustelle aus dem Rohen bearbeitet, so wird der Arbeitszoll nicht berücksichtigt. Vor allem erhalten die Steine immer nach Maßgabe ihrer erforderlichen Dicke wenigstens zwei ebene Flächen. Werden sie aber in den Steinbrüchen nach vorgeschriebenen Maßen zugerichtet, so werden sie immer als rechteckige Prismen oder sogenannte Quadern, ganz aus dem Rohen gearbeitet, versendet. Die Quadern werden gewonnen, indem man die größern Massen mit eisernen Keilen spaltet, oder in kleinere Stücke zersägt. Man unterscheidet ferner ganz roh bearbeitete Steine, oder grob scharrirte, wo nur die größten Unebenheiten vermittelst eiserner Meißel und hölzerner Hammer, auch eiserner Spitz- und Flachhauen, weggearbeitet werden, oder fein scharrirte Arbeit, welche noch mehr abgearbeitet werden und wozu auch die gesägten Steine gehören; endlich auch polirte Steinarbeit, welches die feinste, aber auch theuerste ist. Bei Quaderstein arbeitet der Steinhauer die einfachen Platten, Kanten und prismatischen Formen nur nach dem Winkelmaße, mittelst der Setzwage und dem Richtscheite; bei zusammengesetzteren Formen macht er sich sogenannte Chablonen, zeichnet diese auf den Stein und giebt demselben darnach seine erforderliche Gestalt. Fig. 117 stellt einen solchen Fall vor. Auf der oberen Fläche des Steines ist die Chablone verzeichnet, die punctirten Linien dagegen zeigen diejenige Form, welche das Werkstück nach und nach durch die Bearbeitung erhalten wird.

Werden Steine von sehr feiner und zerbrechlicher Form ausgearbeitet, die später auf die Gerüste hinauf geschafft werden sollen, wie Säulencapitäle, Steine mit sehr feinen Gliedern rc., so werden solche Steine vor dem Transport nach ihrem Lager an allen zerbrechlichen Puncten mit

Gyps ausgegossen, und dieser Gyps wieder herausgemeißelt, wenn die Steine in ihr Lager versetzt sind. Im Alterthume dagegen verfuhr man nicht so; man arbeitete den Stein damals nur nach rohen Linien vor, versetzte ihn dann und erst in seinem Lager gab man ihm die erforderliche Form.

§. 146.

Von den Feldsteinmauern.

Feldsteine sind im allgemeinen von großer Festigkeit und Dauer in der Luft und im Wasser, widerstehen aber dem Feuer nicht. Durch Werkzeuge von Eisen und Stahl lassen sie sich in reguläre Formen bearbeiten, wovon man an alterthümlichen Gebäuden die treffendsten Beispiele findet. Auch jetzt werden noch dergleichen Bausteine und selbst Mühlensteine daraus gefertigt. In Preußen und Lithauen pflegt man Feldsteine zu Fundamenten über der Erde, zu Treppenstufen und dergleichen regulär zu behauen; doch können sie auch in ihrer natürlichen irregulären Gestalt zu Fundamenten und Mauern über der Erde gebraucht werden. Sie werden aber auch theils der bessern Lage wegen und um ihnen zur Verbindung unter einander in den Mauern eine geschicktere Gestalt zu geben, theils auch um den Transport großer Feldsteine zu erleichtern, zuweilen in kleinere Stücke zertheilt.

Das Zertheilen geschieht entweder bloß durch Erhitzung mit Feuer von leichtflammendem Holze, welches auf derjenigen Seite angemacht wird, wo die Luft eben herkommt, und indem man an der erhitzten Stelle mit einem großen eisernen Hammer (Possekel) an den Stein schlägt, oder sie werden mit Pulver gesprengt, d. h. mit eisernen Bohrern Löcher darein gemacht, selbige mit Pulver geladen und angezündet. Fast an allen Orten findet man Leute, welche diese Arbeit zu betreiben wissen und dieses Sprengen in Verding übernehmen, da dann gewöhnlich für jeden Zoll zu bohren, mit Inbegriff der Geräthschaften, welche die Arbeiter selbst halten und auch das Pulver anschaffen müssen, 12 Pfennige bezahlt wird.

Das Zertheilen oder Spalten großer auf dem Felde liegender Feldsteine kann auch mittelst eingetriebener Keile geschehen, wodurch man große und mehrentheils mit geraden Flächen versehene Stücke erhält, die vorzüglich zum Bau der kleinen Feldbrücken sehr vortheilhaft angewandt werden können. Zu dieser Arbeit sind vor allem nachfolgende Geräthschaften erforderlich:

Vier Stück Piken von gutem Eisen, 10 Zoll lang, 1 Zoll breit, an beiden Enden gut verstählt, die aber beim Gebrauch alle 3 bis 4 Tage geschärft und nach drei- bis viermaligem Schärfen wieder verstählt werden müssen.

Zehn Stück scharf abgeschmiedete Keile, von weichem unverstähltem Eisen, 5 Zoll lang, 1½ Zoll breit, jedoch auch einige kleinere von weichem Eisen.

Ein großer Hammer oder sogenannter Possekel, dessen untere Kante verstählt sein muß.

Sechzehn bis zwanzig eiserne Blechstücke, 4½ Zoll lang, 2¼ Zoll breit, oben ⅛ Zoll dick und an der unteren Kante zugeschärft.

Diese Geräthschaften kosten etwa 10 bis 12 Thaler und sind für zwei Mann hinreichend, welche bei dieser Arbeit angestellt werden.

Der zu spaltende Stein wird auf allen Seiten losgegraben und von der umliegenden Erde befreit, so daß er auf keiner Seite mehr anliegt, denn sonst springt er auch bei der größten Gewalt nicht auseinander.

Nach diesem wird auf dem Steine die Linie, nach welcher man ihn spalten will, durch eine mit Kohlen bestrichene Schnur vorgezeichnet; diese Linie muß nach der nicht füglich zu beschreibenden, sondern bloß durch Uebung, jedoch ziemlich schwer zu erkennenden Richtung, in welcher die Feldsteine auch einigermaßen schichtenweise wie die Sandsteine zusammengesetzt sind, genommen werden.

Auf dieser Linie wird mit einer von den beschriebenen Piken eine Rinne, ungefähr 2 Zoll breit und 2½ Zoll tief, und zwar die erste Hälfte der Tiefe mit der Quere der Pike, die zweite aber nach der Länge derselben, nach unten zu etwas schräg zusammenlaufend, eingehauen. Hierbei bewahren sich die Arbeiter die Augen mit einem Flor. Die Rinne muß auch bei dem Aushauen öfters mit einem Strohwisch gereinigt werden. Ist sie fertig, so wird sie ihrer Breite nach in Entfernungen von 7 bis 8 Zoll, wenn aber der Stein sehr groß und hart ist, noch näher aneinander mit den beschriebenen eisernen Blechen dergestalt ausgesetzt, daß auf jeder Stelle so viel Bleche so dicht aneinander gesetzt werden, daß die letzten derselben schon mit einem Hammer eingetrieben werden müssen. Ist dieses geschehen, so setzt man in die Mitte eines jeden solchen Satzes von Blechstücken einen von den eisernen Keilen und schlägt mit dem Hammer auf die Keile von einem Ende des Steines zum andern, erst schwach, dann stärker und zuletzt geschwind und mit verdoppelten

Kräften auf einen Keil nach dem andern, vorzüglich aber auf diejenigen, welche am leichtesten eingehen oder gut ziehen, da dann der Stein sehr bald, fast so gerade wie ein Brett, von einander springt.

Zuweilen giebt derselbe kurz vor dem Spalten einen leisen Ton auf dem einen Ende, welcher das Reißen anzeigt, und dann ist es nöthig, auf die Keile am andern Ende sogleich aus voller Macht zu schlagen, weil, wenn man dabei langsam zu Werke geht, die gerade Fläche verfehlt wird. Die härtesten Steine, die man einigermaßen aus der dunkelrothen Farbe dafür erkennt, lassen sich am besten in große Stücke mit ziemlich ebenen Flächen spalten. Haben aber die Steine schon natürliche Risse oder Spalten, so zerspalten sie bei dem Eintreiben der Keile in mehrere und irreguläre Stücke mit ungeraden Flächen. Für einen großen Stein, auf vorgedachte Art in zwei Stücke zu spalten, wird 1⅓ Thaler bezahlt.

Diese Steine dienen bei kleinen Feldbrücken von 4 bis 6 Fuß breit statt des Gewölbes; wenn nämlich die Widerlagen solcher Brücken zuvor von andern großen irregulären Feldsteinen in Moos aufgesetzt worden, so werden diese Steinstücke statt der Gewölbe als platte Decksteine darüber gelegt, und diese Brücken leisten eine fast ewige Dauer.

Zuweilen sind die Deckstücke an den Seiten ungleich und schließen daher nicht genau an einander, sondern lassen Löcher zwischen sich. Auf diese Löcher werden wieder kleinere gespaltene Steinstücke aufgelegt, damit die Oeffnungen gerade von oben herunter zugedeckt sind; denn wenn auch diese kleineren Decksteine seitwärts Oeffnungen zwischen sich und den großen Steinen lassen sollten, so hindert solches nichts, wenn nur senkrecht oder von oben genommen alles zugedeckt ist. Diese Decken der Brücken werden sodann mit Sand befahren und ein Steinpflaster darüber gelegt.

In Betreff des Maßes werden gemeiniglich beim Ankauf die mittelmäßig großen und die kleinen Feldsteine zum Pflastern nach Schachtruthen bedungen und der bequemen Ausmessung wegen auf der Baustelle in reguläre Haufen aufgesetzt. Da aber die irregulären Feldsteine viele leere Räume zwischen sich lassen, so kann man von 5 Schachtruthen aufgesetzter Feldsteine etwa nur 4 Schachtruthen solide Mauer rechnen. Der Kubikfuß Feldsteine wiegt etwa 165 Pfund. Da ein zweispänniges schlechtes Bauergespann 12 Scheffel Roggen zu 80 Pfund, also 960 Pfund bei mittelmäßig gutem Wege fährt, so würden 7 bis 8 Kubikfuß Feldsteine durch ein solches Fuhrwerk fortzuschaffen sein. Für starke Pferde kann

man aber beinahe das Doppelte rechnen. Da nun zu einer Quadratruthe Steinpflaster von 8 Zoll Dicke ungefähr 96 Kubikfuß Feldsteine gehören, so würden **14** schlechte oder etwa 8 gute zweispännige Fuder kleiner Feldsteine zu einer Quadratruthe gewöhnlichen Steinpflasters erforderlich sein.

Die auf vorstehende Art gespaltenen Feldsteine können auch noch bei Schleusen und massiven Brücken-Bauten, zur Versetzung der Plynthen an den Gebäuden, zu geraden Treppenstufen, Abweisern oder Radestößern, Gartenbänken und dergl. m. verwendet werden.

Man wird indessen leicht einsehen, daß das reguläre Behauen der Feldsteine, welches nur durch den Gebrauch und eine geschickte Manipulation der Hämmer und Piken geschehen kann, eine ziemlich langwierige Arbeit sei, wofür man aber gleichwohl die Kosten wegen der großen Haltbarkeit und Dauer der Feldsteine bei den gedachten Hauptstücken eines Baues nicht scheuen sollte. Denn es ist bekannt, daß der Putz an den Plynthen, und wenn sie auch von den besten gebrannten Ziegeln gemacht werden, selten haltbar ist, sondern daß wegen der beständigen Feuchtigkeit am Fuße der Gebäude diese Ziegelsteine selbst mit der Zeit auswittern.

Der Begriff der Kostbarkeit des Feldsteinbehauens ist sehr relativ, indem es darauf ankommt, wie man die Leute dazu hat, ob die Steine auf eigenthümlichem Grunde befindlich sind, ob der Transport zu Wasser oder zu Lande beschwerlich oder leicht ist. Wollte man nach dem Beispiele der Alten ganze Gebäude mit gehauenen Quadern aus Feldsteinen aufführen, so würde der Bau mit Feldsteinen nach unserer jetzigen Verfassung allerdings sehr kostspielig sein.

Wir begnügen uns daher die Mauern der Landgebäude mit unförmlichen Feldsteinen aufzuführen und nur dahin zu sehen, daß diejenigen Steine, welche an der äußern Fläche der Mauer ihre Stelle finden, eine gerade Fläche erhalten; die meisten Feldsteine haben schon von Natur eine gerade Fläche; diejenigen aber, welche solche nicht haben, erhalten sie sogleich durch das Zerschlagen mit einem starken eisernen Hammer oder Possekel. Diese Arbeit ist übrigens so leicht, daß sie jeder geübte Tagelöhner verrichten und in einem Tage so viel Steine zweckmäßig zerschlagen kann, als 6 bis 8 Maurer verarbeiten.

Hiernächst kommt alles auf eine geübte und geschickte Handarbeit der Maurer an, nämlich, theils die natürlichen Steine mit einer von ihren geraden Flächen, theils diejenigen, welche durch das Schlagen eine gerade

Fläche erhalten haben, an den Außenseiten der Mauern dergestalt geschickt anzubringen, daß die gerade Seite der Steine recht eben mit der Fläche der Mauer zu liegen kommt, hiernächst aber, daß alles mit kleinen zerschlagenen Feldsteinstücken ausgezwickt werde. Wird dieses alles gehörig beobachtet, so kann die Fläche einer Feldsteinmauer so eben und gerade werden, als wenn sie von Mauersteinen aufgeführt wäre.

Außerdem müssen dann die mäßig großen und selbst die kleinen Feldsteine in ihrer natürlichen Figur, ohne weitere Zubereitung, im Innern der Mauern recht tüchtig theils mit Feldstein- theils mit Mauersteinstücken ausgezwickt und in guten Kalkmörtel gelegt werden.

Wegen der irregulären und ungleich hohen Form der Steine werden geschickte Maurer von selbst Bedacht nehmen, bei der Aufführung einer Mauer die Steine möglichst so einzutheilen, daß horizontale Lagerfugen entstehen, und zugleich darauf achten, daß die Stoßfugen der Steine so viel wie möglich zusammenpassen, und von Zeit zu Zeit Steine nach der Dicke der Mauer als Binder, den Regeln des Mauerverbandes gemäß, einlegen. Uebrigens ist bei der Aufführung dieser Mauern noch dahin zu streben, daß die Stoßfugen der Steine nicht übereinander zu liegen kommen, wobei man, wenn es das Material erlaubt, den Blockverband auszuführen sucht. Es ist jedoch nothwendig, die Ecken der Gebäude von unbehauenen Steinen mit guten Mauersteinen aufzuführen, und namentlich die Thüren und Fenster damit einzufassen und zu überwölben, damit diese Ecken recht scharf und gerade ausfallen.

Große Mauerbrocken oder Steinstücken regulärer Form geben nicht allein ein gutes Gemäuer, sondern es wird auch wohlfeiler, weil die Arbeit schneller von statten geht und weniger Mörtel erfordert wird; denn da alle Fugen gut mit Mörtel ausgefüllt werden müssen, so geht die Arbeit um so langsamer, je kleiner die Steine sind. Derartige Mauern müssen, wie schon früher erwähnt wurde, stärker als Backsteinmauern gemacht werden. Eine Streckmauer von 10 bis 12 Fuß Höhe wird $1\frac{1}{2}$ Fuß dick aufgeführt; und sind die Steine nicht besonders groß und lagerhaft, so wird sie 20 bis 24 Zoll dick. Eine Brocken- oder Feldsteinmauer wird daher immer etwa 4 Zoll stärker als eine Backsteinmauer gemacht.

Vierte Abtheilung.

Von den Säulen-Ordnungen.

§. 147.

Die Entstehung der Säulen ist sehr wahrscheinlich von den Baumstämmen herzuleiten, welche in den ersten menschlichen Wohnungen zur Unterstützung der Dächer dienten. So gab der von unten nach oben abnehmende Schaft eines Baumes wohl die erste Idee zu einem Säulenschaft; die Auswüchse der Aeste an dem obern Ende des Baumstammes und die gabelförmigen Formen derselben lieferten die Idee des Kapitäls, und die am Fuße des Baumes gewöhnlich einen Wulst bildenden Wurzeln führten die Idee der Schaftgesimse oder Basen herbei. Aus der Construction der Dächer und deren Gesperre entspringen die Gebälke. Architraven sind die horizontalen Hölzer, welche man von einem Pfeiler zum andern legte, um das Gebälke zu unterfangen. Der Fries wird durch die Stärke der Balkenlage und der Balkenköpfe gebildet. Die hervorstehenden Enden des Dachgesperres, dem zum Ablaufen des Wassers eine geneigte Lage gegeben wurde, bilden die Kranzleiste.

Die Egyptier waren die Ersten, welche bei ihren Bauwerken Säulen in Anwendung brachten, dieselben aber massiv und weit stärker anlegten, als es die Nothwendigkeit erheischte, wie solches die Ruinen ihrer ältesten Baudenkmäler bezeugen. Die Griechen gaben ihnen zuerst eine nach ihrer Höhe und Belastung verhältnißmäßige Stärke; demzufolge theilten sie die Verhältnisse nach dem Starken, Mittelmäßigen und Zarten, und bildeten danach drei verschiedene Gattungen von Säulen: die Benennung dieser Gattungen haben dieselben von den Orten, wo solche zuerst angewendet wurden, beibehalten.

§. 148.

Benennung der Säulen-Ordnungen.

Die in der Baukunst vorkommenden Ordnungen sind: die toscanische, die dorische, die ionische, die korinthische und die römische oder zusammengesetzte Ordnung.

Die toscanische schreibt sich von den Etruskern, den ältesten Bewohnern von Toscana, her und ist durch ihre einfachen Glieder leicht erkennbar.

Die dorische erkennt man an den Triglyphen, welche den Fries des Gebälkes zieren.

Die ionische zeichnet sich durch die Schnecke des Capitäls seines Säulenschaftes aus.

Die korinthische ist an den Blättern des Capitäls erkennbar.

Die römische oder zusammengesetzte erkennt man an den Blättern der korinthischen, verbunden mit den Schnecken der ionischen Ordnung, welche das Capitäl zieren.

Eine vollständige Ordnung besteht aus drei Haupt-Abtheilungen: dem Säulenstuhl, der Säule und dem Gebälke.

§. 149.

Von den architektonischen Gliedern.

In der Baukunst werden die kleineren Theile der Säulen und Gesimse Glieder genannt; der Fuß und das Kapitäl einer Säule, wie auch das Gesims und eine Umfassung derselben sind aus solchen Gliedern zusammengesetzt.

Die Glieder müssen als Theile dem Ganzen entsprechen und in ihrer Anzahl und Gestaltung bald Reichthum bald Einfachheit bezeichnen. Zunächst sind die Glieder als Verzierungen zu betrachten, weshalb vor allem ihre Form zu bemerken ist, und da sie in ihrer Zusammensetzung Haupttheile bilden, so ist ihr Verhältniß zu dem Ganzen und zu einander von Wichtigkeit. An der Säule und ihrem Gebälk sind Form und Verhältniß der Glieder ziemlich genau festgestellt. Die Verhältnisse werden nach Modeln und ihren Theilen bestimmt; der Modul aber ist nichts anderes als der halbe untere Durchmesser des Säulenschaftes, wo er am stärksten ist. In Hinsicht der Größe werden die Glieder in große, mittlere und kleine eingetheilt. Diejenigen, welche den sechsten Theil eines Models

und darüber hoch und breit sind, bilden die großen Glieder; diejenigen, deren Höhe vom zwölften bis auf den sechsten Theil des Models steigen kann, gehören zu den mittleren; diejenigen aber, die noch niedriger oder schmäler sind, als der zwölfte Theil des Moduls beträgt, sind die kleinen.

Hinsichtlich der Form sind die Glieder entweder eben, d. h. nach einer geraden Linie abgeschnitten, oder gebogen, d. h. nach einem Kreisstück ausgearbeitet. Diese letzteren sind entweder einwärts oder auswärts, oder aber halb auswärts und halb einwärts gebogen. Nach Verschiedenheit der Form und Größe bekommen die Glieder ihre Namen.

Fig. 118 und 119 sind die verschiedenen Arten der architektonischen Glieder dargestellt, und zwar zeigt die eine Hälfte die Art ihrer Construction, die andere Hälfte ihr Ansehn in Licht und Schatten. Aus diesen Gliedern werden die Gesimse zusammengesetzt. Die Zusammensetzung der Glieder und die Verbindung der Gesimse mit den Haupttheilen des Gebäudes wird das Profil genannt. Von der Wahl, Anordnung und dem Verhältniß der Glieder hängt die Kunst zu profiliren ab.

§. 150.

Von dem Fußgestell oder Säulenstuhl (Postament).

Jeder Säulenstuhl besteht aus drei Theilen, und zwar aus der Fußleiste (Base oder dem Fuß), dem Würfel und der Kranzleiste (Kranz).

Jede Säulenart hat ihren eigenen Säulenstuhl, wie derselbe Fig. 120 und die folgenden in den entsprechenden Maßen dargestellt ist. Bei den Griechen standen in den ältesten Zeiten die Säulen niemals auf Postamenten, sondern ohne irgend eine Erhöhung gleich auf den Stufen ihrer Tempel; später setzte man die Säulen auf Würfel oder niedrige Zocken und erst in der Folge der Zeit kamen die Säulenstiele oder Postamente in Anwendung. In vielen Fällen sind sie jedoch ganz unnütz, ja sogar unbequem. Sie benehmen der Säule das edle und majestätische Ansehn, das ihr bei einer beträchtlichen Länge zu Theil wird. Uebrigens verengen die Postamente durch ihren vorspringenden Fuß und Kranz die untern Säulenweiten. Es kommen jedoch Fälle vor, wo die Säulen durch Postamente, des unebenen Fußbodens wegen, erhöht werden müssen. In Kirchen bedient man sich der Säulenstühle, um die Säulen, welche erst bei den Emporkirchen anfangen, darauf zu stellen. In vielen Fällen

ist es jedoch besser die Säulen auf eine Zocke oder auf einen viereckigen Grundstein zu stellen.

Ist bei Anlegung der Säulen mit Postamenten die Höhe derselben oder des Gebäudes gegeben, so theile man dieselbe in neunzehn gleiche Theile; so erhält davon die Höhe des Säulenstuhles vier Theile, die Höhe der Säule zwölf Theile und die Höhe des Gebälkes drei Theile. Hiernach ist der Säulenstuhl dem dritten Theile der Säule und das Gebälke dem vierten Theile derselben gleich. Wollte oder könnte man den Säulenstühlen nur ein Viertheil der Säulenhöhe geben, so theilt man die Höhe des Ganzen in sechs Theile und giebt davon einen Theil dem Säulenstuhle, vier Theile der Säule und einen Theil dem Gebälke. Stellt man aber die Säule nur auf einfache Untersätze, so hat man nur die bestimmte Höhe von der festgesetzten Höhe des Gebäudes abzuziehen und den Rest in fünf Theile zu theilen, um vier Theile zur Säule und einen zum Gebälke nehmen zu können.

Der Würfel des Säulenstuhles, welcher jederzeit perpendicular unter der Plynthe des Säulenstuhles steht, erhält dessen Breite und muß bei der geringsten Höhe des Säulenstuhles allemal eben so hoch als breit sein. In den hier gegebenen Zeichnungen sind die Säulenstühle durchgängig zu einen Drittheil der Säulenhöhe angegeben. Die kleinen Zocken der Säulenstühle pflegt man im Innern, wie auch bei niedrigen Postamenten, wo man dem Säulenstuhle nur ein Viertheil der Säulenhöhe giebt, anzuwenden.

§. 151.

Von der Säule und ihren Theilen.

Eine Säule besteht, wie der Säulenstuhl, ebenfalls aus drei Theilen, nämlich aus dem Schaftgesims (Base) oder Säulenfuß, aus dem Schafte, der auf dem Säulenfuße aufsteht, und aus dem Capital, womit der Schaft bedeckt ist.

Bei Anlegung von Säulen ohne Postamente bestimme man erst die Höhe des ganzen Gebäudes, woran die Säulen angebracht werden sollen, theile dieselbe in fünf gleiche Theile und nehme vier solcher Theile zur Säule, mit Einschluß des Säulenfußes und des Capitäls, den fünften Theil aber zu dem Gebälke. Auf diese Weise wird die Höhe des Gebälkes dem vierten Theile der Säule gleich und bekommt so ein gutes Verhältniß zur Säule.

Damit bei Gebäuden von geringerer Höhe die Säulen nicht zu klein und schwächlich werden, kann man, bei der ionischen, korinthischen und römischen Ordnung, das Gebälke etwas erniedrigen und es nur dem fünften Theile der Säule gleich machen; auf diese Weise theilt man die gegebene Höhe in sechs gleiche Theile: der obere dieser Theile ist die Höhe des Gebälkes und die untern fünf die Höhe der Säule. Zwischen dem vierten und fünften Theile der Säulenhöhe können noch andere Verhältnisse zur Höhe des Gebälkes genommen werden.

Ist einmal die Höhe einer Säule und die Ordnung, welche man aufführen will, bestimmt, so wird diese Höhe bei der toscanischen Ordnung in sieben gleiche Theile, bei der dorischen Ordnung in acht, bei der ionischen in neun, bei der korinthischen und römischen Ordnung endlich in zehn gleiche Theile getheilt, und jeder der sieben, acht, neun oder zehn gleichen Theile bestimmt den Durchmesser derjenigen Säule, welche man aufführen will.

Ist so der Durchmesser bestimmt, so wird derselbe in zwei gleiche Theile getheilt, deren jeder Modul genannt wird, oder Einheit des Fußmaßes, dessen man sich zur Zeichnung bedient. Der Modul wird in der toscanischen und dorischen Ordnung in zwölf Theile (partes) oder Minuten getheilt, bei den drei übrigen Ordnungen aber in achtzehn Theile.

Die Säulen fallen oben da, wo das Capitäl aufsteht, allezeit schwächer und bekommen einen kleinern Durchmesser, als unten über der Basis, das heißt sie verjüngen sich. Bei der toscanischen Säule beträgt die Verjüngung oder der Durchmesser an ihrem Capitäle 1 Modul 7 Theile. Bei der dorischen 1 Modul 8 Theile. Die Verjüngung der drei übrigen Säulen ist 1 Modul 12 Theile. Die Verjüngung beträgt also bei allen Säulen etwa ein Sechstel der untern Säulenstärke.

Das System der Säulen-Verjüngung nach Vignola ist im allgemeinen dasjenige, wonach die Verjüngung bei einem Drittheil der Höhe des Schafts zwischen der Basis und dem Capitäl beginnt, obschon in den schönsten griechischen Denkmälern die Verjüngung des Schafts von der Basis anfängt und von den neuern Baumeistern größtentheils befolgt wird.

Der Schaft einer Säule, welcher zwischen ihrer Base und dem Capitäl sich befindet, hat oben einen Obersaum nebst Ring, und unten ein

Riemchen oder Untersaum, ausgenommen bei der toscanischen Säule, wo der Untersaum mit der Base genommen wird.

§. 152.

Von dem Säulenfuß oder Schaftgesims.

Jede Säulenart hat ihren eigenen Fuß oder Base, es giebt daher eine toscanische, dorische, ionische, korinthische und römische Base; überdies hat man noch eine attische Base, welche bei allen Säulenarten, die toscanische ausgenommen, gebraucht werden kann.

Der Fuß oder die Base einer jeden Säule ist genau einen halben Durchmesser oder einen Modul hoch. Die Höhe der Plynthen bei den Basen ist entweder die halbe Höhe des ganzen Fußes, oder ein Drittheil von dieser Höhe gleich. Die Einziehung in der attischen Base ist Fig. 127 A in Graden, wie auch unter den architektonischen Giedern Fig. 118 dargestellt.

Eine andere Einziehung in der korinthischen und römischen Base wird, wie Fig. 136 A zeigt, folgendermaßen beschrieben: Man theile die Höhe dieses Gliedes ab in sieben gleiche Theile, vom dritten Theile ziehe man drei solcher Theile breit die Horizotallinie dc. Durch den Punct d werde die Perpendicularlinie ef gezogen, nachdem man zuvor von d nach f vier Theile der Linie ab getragen hat. Von f ziehe man eine schräge Linie durch c nach g, aus dem Puncte c wird dann der Bogen ahg und aus f der Bogen ge gezogen.

§. 153.

Von den Gebälken.

Das Gebälke ist der oberste und vornehmste Theil einer Ordnung, heißt nach Vitruv das Ornament und besteht aus drei Theilen, nämlich dem Unterbalken (Architrav), dem Fries und dem Kranz oder der Corniche. Das Gebälke erhält bei allen Arten von Säulen das beste Ansehen, wenn es den vierten Theil der Höhe der Säule hoch gemacht wird. Ein zu niedriges Gebälke giebt dem Ganzen ein mageres dürftiges Ausehen; ist es aber zu hoch, so scheint es das Gebäude einzudrücken. Die Höhe der genannten Theile eines Gebälkes erhält man auf folgende Art.

Das toscanische Gebälke Fig. 121 hat drei und einen halben Modul zur Höhe. Diese Höhe wird in 21 gleiche Theile getheilt, davon geben

6 den Unterbalken, 7 den Fries und 8 Theile den Kranz, oder was dasselbe ist, man giebt dem Unterbalken 1 Modul, dem Fries 1 Modul 2 Theile und dem Kranze 1 Modul 4 Theile. Die Ausladung derselben beträgt 1 Modul 6 Theile.

Das dorische Gebälke Fig. 123 und 125 wird 4 Modul hoch gemacht. Davon giebt man dem Unterbalken 1 Modul, dem Fries und Kranz jedem 1 Modul 6 Theile. Die Ausladung des letzteren ist 2 Modul. Will man den dorischen Kranz nicht so weit ausladen, so kann man unter den Dielenköpfen 2 Reihen Tropfen weglassen und anstatt 6 Reihen derselben in der Tiefe nur 4 Reihen anbringen, dadurch wird die Ausladung vermindert und man braucht sie dann nur ihrer Höhe gleich zu machen, d. i. ihr 1 Modul 6 Theile zu geben. In den Fries werden die Triglyphen oder Dreischlitze gestellt und so hoch als der Fries und 1 Modul breit gemacht. Die Breite der Triglyphen verhält sich zur Höhe derselben wie 2 zu 3. Doch kann auch das Verhältniß wie 3 zu 4 oder wie 5 zu 7 angewendet werden. Die Breite der Triglyphen wird in 12 gleiche Theile getheilt, wovon jeder der mittleren Einschnitte und jeder der glatten Streifen 2 Theile, jeder der halben Einschnitte an den Ecken aber 1 Theil zur Breite bekommen.

Zwischen den Triglyphen befinden sich die Metopen oder Zwischentiefen, die so breit als hoch gemacht werden und entweder glatt bleiben oder mit einer Rosette verziert werden. In die Metopen setzte man früher die Schädel der Opferthiere, später wurden diese in Relief auf den Metopen angebracht. An der Ecke des Frieses ist ein Theil einer Zwischentiefe angebracht, die $^1/_3$ oder $^1/_4$ einer Metope breit ist. Die Triglyphen werden so eingetheilt, daß über jedes Mittel der Säule ein Triglyph zu stehen kommt. Der Abstand der Einschnitte in den Triglyphen oben unter dem Kranze ist ihren Schenkeln gleich, nämlich 2 Theile; bekommt aber die Triglyphe ein niedrigeres Verhältniß als das gewöhnliche wie 2 zu 3, so kann ihr Abstand nur 1 Theil betragen. Die Tropfen unter den Triglyphen, deren allemal 6 sind, haben manchmal eine eckige, manchmal eine runde Form. Die Fig. 123 stellt die untere Ansicht des dorischen Kranzes dar, wo die Eintheilung der Tropfen unter den Dielenköpfen und die Zwischenräume unter der Kranzleiste über den Metopen mit Füllungen und Rosetten verziert sind. Ist jedoch der Vorsprung der Kranzleiste nicht sehr groß, so bleibt seine untere Ansicht ohne Verzierung und die Tropfen fallen ebenfalls weg.

Die ionische Ordnung hat zwei verschiedene Arten Gebälke, nämlich das eine mit Zahnschnitten und das andere mit Modillons oder Sparrenköpfen (Kragsteinen); ersteres ist in Fig. 128 und das zweite ist in Fig. 129 dem fünften Theile der Säulenhöhe gleich dargestellt.

Wie schon erwähnt wurde, kann man in gewissen Fällen genöthigt sein, das Gebälke niedriger als den vierten Theil der Säule hoch zu machen, welches jedoch nur bei der ionischen, korinthischen und römischen Säule geschehen kann. Der vierte Theil ist die größte Höhe, so wie der fünfte Theil die niedrigste Höhe ist. Zwischen diesen beiden liegen noch andere Verhältnisse, welche man nach Gutbefinden wählen kann.

Die Höhe des ionischen Gebälkes zum vierten Theil mit Zahnschnitten theilt man in 18 Theile, wovon der Unterbalken 5, der Fries 6 und der Kranz 7 Theile erhält, oder mit andern Worten, man giebt dem Unterbalken $1^1/_4$ Modul, dem Fries $1^1/_2$ Modul und dem Kranze $1^3/_4$ Modul. Die Ausladung ist 1 Modul 13 Theile.

Jeder Zahnschnitt ist 6 Theile hoch, 4 Theile breit und jeder Zwischenraum oder jede Lücke halb so breit. Die Mittellinien der Zahnschnitte sind 6 Theile oder 10 Minuten von einander entfernt; man kann sie aber auch nur 8 Minuten von einander entfernen. Die Zahnschnitte müssen so eingetheilt werden, daß über die Achse jeder Säule das Mittel eines Zahnschnittes zu stehen kommt.

An die Ecken wird entweder ein Zahnschnitt gesetzt oder man bringt statt dessen in der Breite eines Zahnschnittes eine Verzierung an, z. B. eine Blume oder einen Tannzapfen, worauf dann erst ein Zahnschnitt folgt. Macht das Gebälke einen eingehenden Winkel, so kommt auch in diesem Winkel ein Zahnschnitt zu stehen. Die untere Ansicht der Kranzleiste bleibt glatt und erhält eine Regen- oder Tropfrinne.

Das zweite ionische Gebälke mit Kragsteinen oder Modillons, welchem in Fig. 129 der fünfte Theil der Säulenhöhe gegeben ist, beträgt 3 Modul $10^4/_5$ Theile, besser aber 3 Model 12 Theile. Der Unterbalken hat 1 Model 1 Theil, der Fries 1 Model $2^4/_5$ Theile und der Kranz 1 Model 7 Theile. Die Ausladung ist der Höhe des Gebälkes gleich. Die Breite eines jeden Sparrenkopfes, wovon immer einer über das Mittel der Säule oder eines Pilasters treffen muß, ist 6 Theile und der Zwischenraum derselben bei einem Säulengebälke ist 12 Theile, bei einem Pilastergebälke aber 15 Theile. Ihre Länge oder Tiefe ist 9 Theile und die Breite verhält sich zur Länge wie 2 zu 3.

Der Contur oder die Form des ionischen Modillons ist Fig. 130 B im Großen deutlich dargestellt und wird folgendermaßen construirt. Man theile die Länge des Kragsteines in 6 gleiche Theile, aus dem Puncte 5 errichte man eine Perpendicularlinie von $2^1/_2$ Theilen der Länge, von dem Puncte 2 lasse man abermals eine Perpendicularlinie von $1^1/_2$ Theilen nach b herunterfallen, ziehe von da eine Linie schräg durch den Punct 3 nach jenem Puncte der Perpendicularlinie, beschreibe aus dem Puncte 2 den Quadranten 1 c, aus dem Puncte b den Bogen c d und aus dem Endpuncte der auf 5 errichteten Perpendiculare den Bogen d 5. Fig. 130 B zeigt die untere Ansicht des Kranzes. Zwischen den Modillons sind die Felder mit Füllungen und Rosetten verziert.

Das korinthische Gebälke zum vierten Theil der Säulenhöhe hat 5 Model zur Höhe und diese wird in 10 Theile getheilt; drei davon werden für den Unterbalken, drei für den Fries und vier Theile für den Kranz bestimmt. Oder man giebt dem Unterbalken $1^1/_2$ Model, dem Fries $1^1/_2$ Model und dem Kranz 2 Model Höhe. Seine Ausladung ist 2 Model 2 Theile. Die Breite der Sparrenköpfe ist dann 8 Theile und ihr Zwischenraum beträgt in einem Säulengebälke 16 Theile, in einem Pilastergebälke 1 Model 1 Theil. Die Länge ist $15^1/_2$ Theile.

Das korinthische Gebälke zum fünften Theile der Säulenhöhe hat 4 Model Höhe, davon erhält der Unterbalken 1 Model 3 Theile, der Fries 1 Model $4^1/_2$ Theile, der Kranz 1 Model $10^1/_2$ Theile. Die Länge beträgt $15^1/_2$ Theile. Die Ausladung ist seiner Höhe gleich. Die Sparrenköpfe sind 7 Theile breit, und der Zwischenraum beträgt in einem Säulengebälke $13^1/_2$ Theile, in dem Gebälke eines Pilasters aber $16^1/_2$ Theile. Die Länge ist $10^1/_2$ Theile. Ein Sparren darf übrigens nicht über 6 Theile hoch und nicht über 6 Theile breit sein; jeder Zwischenraum kann sich zur Breite des Sparrenkopfs verhalten wie 1 zu 2, oder wie 3 zu 1. Der Abstand der Achsstriche der Sparrenköpfe darf nicht weniger als 1 Model und nicht mehr als $1^1/_2$ Model betragen. Ueberhaupt ist bei der Eintheilung der Sparrenköpfe zu beachten, daß allemal einer über das Mittel einer Säule kommt. Hierbei muß man auf die Stellung der Säulen und deren Entfernung von einander sehen und dadurch die Größe der Sparrenköpfe und Zwischentiefen bestimmen.

Zur bessern Verständlichkeit ist der Sparrenkopf in Fig 136 ausführlich dargestellt. A ist die Vorderansicht, B die Seitenansicht und C die Unteransicht des Sparrenkopfs. D stellt das Auge seiner Voluten im

Großen mit den Mittelpuncten ihrer Ordnung dar, woraus seine krummen Linien nach Art der ionischen Volute beschrieben werden. Die Construction des Sparrenkopfes ist folgende: Die Höhe des Sparrenkopfes theile man in 8 gleiche Theile, so geben 7 Theile davon die Breite der großen Volute hinten am Sparrenkopfe. Werden Linien von den Puncten 4 und 5 horizontal herübergezogen, so geben diese die Höhe oder den Durchmesser des in D vorgestellten innern Auges. Der äußere Durchmesser mißt 2 Theile. In dem Puncte 4 der Eintheilung in die Breite errichte man eine Senkrechte 4a, so geht diese durch den Mittelpunct des Auges. Die vordere Volute des Sparrenkopfes hat 3 Theile zur Höhe, die ebenfalls in 8 Theile getheilt werden und wovon 7 solcher Theile die Breite geben, im übrigen ist das Verfahren wie bei der großen Schnecke. Aus b ziehe man durch das Auge der Schnecke nach c herunter ebenfalls eine Perpendicularlinie, dann ziehe man von dem Puncte 4 nach b eine schräge Linie und theile sie durch die Puncte d, e, f in 4 gleiche Theile. Auf dieser Linie wird aus dem Puncte d bis a eine Linie senkrecht gezogen und aus dem Puncte f eine zweite Senkrechte nach c herab, aus welchem man den Bogen eb und aus a den Bogen 4e nebst ihren Breiten zieht, welche sich mit dem Saum der Schnecken vereinigen, wodurch der Contur des Sparrenkopfes von der Seite hervorgebracht wird. Der Sparrenkopf wird an der untern Seite durch ein Blatt verziert, welches von hinten hervorkommt und vorn sich überwirft. Die Kranzleiste ist unten zwischen den Sparrenköpfen mit quadratischen oder mit länglich-viereckigen Feldern verziert, worin sich Rosetten befinden.

Das römische Gebälke zum vierten Theil wird wie das korinthische in 10 gleiche Theile getheilt, davon erhält der Unterbalken 3, desgleichen auch der Fries, die Corniche aber oder der Kranz 4 Theile. Die Ausladung des Kranzes ist seiner Höhe gleich, d. i. 2 Model. Die Sparrenköpfe oder Modillons sind einfach. Die obere Breite derselben ist 7 Theile, die untere aber bei der Verbindung 5 Theile. Ihr Zwischenraum beträgt oben 11 Theile und von einer Achse des Sparrenkopfes bis zur andern 1 Model. Doch können die Sparrenköpfe auch noch etwas weiter von einander entfernt werden, in sofern es ihre Eintheilung nach der darunter befindlichen Säulenstellung erleichtert.

Im römischen Gebälke zum fünften Theil erhält der Unterbalken 1 Model 1 Theil, der Fries 1 Model 4 Theile und der Kranz 1 Model 13 Theile. Dasselbe Maß hat auch die Ausladung. Seine Modillons

sind oben 6 Theile und unten 4 Theile breit, und ihre Zwischenräume fassen oben 12 Theile. Die Kranzleiste ist einfach und zeigt eine Regenrinne; doch können die Felder zwischen den Modillons auch mit Füllungen und Rosetten verziert werden.

§. 154.

Toscanische Ordnung Fig. 121 und 122.

Die Glieder, welche diese Ordnung bilden, sind nach **Vignola** in folgender Tabelle zusammengestellt.

		Glieder der Gesimse, welche die Ordnung bilden.	Höhen.	Ausladungen von der Mittelare.
Gebälke.			Theile oder Min.	Theile oder Min.
Die äußerste obere Verzierung einer Kranzleiste z. B. Regenausgüsse			2	27½
Kranzleiste A 16 Theile	Obere Rinnleiste	¼ Stab	4	27½
		Stäbchen	1	24
		Riemen	½	23½
	Kranz	d. Ablauf.	1	22½
		Kranzleiste	5	22½
		der Canal	1	21½
		die Regenrinne . .	½	19½
		der Riemen . .	½	14
	die untere Kehlleiste	Kehlleiste	4	13½
Fries B 14 Theile		. . . .	14	9½
Architrav C 12 Theile		Riemen	2	11½
		Ablauf . . .	2	9½
		Platte . . .	8	9½

Die Höhe des Kanals ist von dem untern Theil der hängenden Platte genommen und die Regenrinne in der Höhe des Riemens.

		Glieder der Gesimse, welche die Ordnung bilden.	Höhen.	Ausladungen von der Mittelare.
Säule.			Theile oder Min.	Theile oder Min.
Capitäl D. 12 Theile.	Deckel oder Abacus	Riemen	1	14½
		Ablauf.	1	13½
		Platte.	2	13½
	Kranzleiste.	¼ Stab	3	13¼
		Riemen	1	10½
		Ablauf.	1	9½
	Hals		3	9½
Schaft 12 Model.	Reif.	Stäbchen	1	11
		Riemen	½	10½
		Ablauf	1	9½
	Der Schaft	Schaft	11 M. 8 T.	9½
		Ablauf.	1½	12
Basis E. 12 Theile.	. . .	Riemen	1	13½
		Pfuhl .	5	16½
		Sockel (Plynthe)	6	16½
Säulenstuhl.				
Gims G. 6 Theile.	Kranzleiste.	Riemen	2	20½
		Kehlleiste .	4	20
Würf. F. 44 Theile.		Sockel	3 M. 6 T.	16½
		Ablauf.	2	16½
Fußleiste 6 Theile.		Riemen .	1	18½
		Sockel. . (Plynthe).	5	20½

Nachdem man den Maßstab in Modeln dergestalt aufgetragen hat, daß die ganze Höhe der Ordnung auf das dazu bestimmte Papier aufgetragen werden kann; trägt man zuerst den Säulenstuhl auf (Fig. 120) und zieht in der Mitte von der Grundlinie eine Perpendicularlinie, welche die Axe der Säule bildet; zieht dann parallel mit der Grundlinie die höheren Maße, wie Fig. 121 sie angiebt. Will man genauer zu Werke gehen, so nimmt man lieber zu den vorhergehenden Maßen immer die folgenden, statt daß man jedesmal die einzelnen Maße für sich aufträgt, nämlich man trägt vor und nach von der Grundlinie 4 Model 8 Theile oder Minuten mit dem Zirkel für die Höhe des Säulenstuhles auf, 5 Model 8 Theile bis zu dem obern Riemchen des Schaftgesimses (Basis) des Säulenschaftes, 17 Model 8 Theile bis zum obern Theile des Astragals der Säule, 18 Model 8 Theile für den obern Theil des Capitäls, und endlich 22 Model 2 Theile für den obern Theil der Kranzleiste des Gebälkes.

Hat man einmal diese Haupteintheilungen festgestellt, so können die Unterabtheilungen der Tabelle gemäß leicht gefunden werden; nachdem dies geschehen, sind noch die Ausladungen zu bestimmen, welche in der Tabelle von der Axe aus und in Fig. 122 der speciellen Theile von den nackten Mauern aus angegeben sind.

Die hieraus folgenden Profile sind gleichzeitig auf beiden Seiten aufzutragen, weil eine einmalige Stellung des Zirkels allzeit richtiger übertragen wird, als zu wiederholten Malen genommen. Dieselbe Figur giebt auch näher die Vorzeichnung der einzelnen Glieder, welche zur Zusammenstellung dienen.

§. 155.

Dorische Ordnung Fig. 123, 124 bis 127.

Die dorische Ordnung hat einen männlichen Charakter und ist daher vorzugsweise die Ordnung für die Hekden. Die Köpfe der Balken, welche auf die hohe Kante gelegt waren, um die Decke der ersten Gebäude zu bilden, gab die Idee zur Darstellung der Triglyphen und deren Zwischenweite der jetzigen Metopen, welche ein vollständiges Viereck bildeten.

Das dorische Gebälke ist zweifacher Art; das eine wird dorisches Gebälke mit Dielenköpfen, das andere dorisches Gebälke mit Zahnschnitten genannt. Ersteres ist aus den römischen Alterthümern entlehnt und

mit Dielenköpfen verziert, eine Gattung hervortretender Platten, welche die Triglyphen krönen.

Der Fries enthält die Triglyphen von einem Modul Breite, welche in ganze und halbe Einschnitte abgetheilt sind; sie werden über der Axe der Säulen angebracht und die gleich große Zwischen-Abtheilung derselben Metope genannt, welche der Höhe des Frieses gleich ist.

Der Schaft der Säule ist zuweilen mit Riefen verziert, deren zwanzig zirkelförmige Ausschnitte in demselben bilden, die unter sich mit scharfen Ecken zusammenstoßen.

Das zweite mit Zahnschnitten verzierte Gebälke dieser Ordnung ist von dem Theater Marcellus zu Rom entnommen und von dem ersteren noch verschieden: durch den Architrav, welcher nur einen Streifen bildet, durch das untere Glied des Kranzes, welcher von einem Kehlleisten getragen wird, durch die Platte mit den Zahnschnitten und das obere Glied einer Hohlleiste statt eines Kehlleisten.

Fig. 124. Dorisches Gebälke mit Dielenköpfen.

	Glieder der Gesimse, welche die Ordnung bilden.	Höhen.	Ausladungen von der Mittelaxe.
		Theile	Theile
A. Kranz. 18 Theile.	Riemen des Krönungsgliedes .	1	34
	Rinnleiste	3	31
	Riemen	$\frac{1}{2}$	31
	Kehlleiste	1	$30\frac{1}{4}$
	Kranzleiste	$3\frac{1}{2}$	30
	Kehlleiste	1	$29\frac{1}{2}$
	Dielenkopf	3	$28\frac{1}{2}$
	Der Canal . . .	$\frac{1}{2}$	28
	Tropfen des Dielenkopfes . . .	$\frac{1}{2}$	26
	Viertelstab	2	$13\frac{1}{2}$
	Riemen	$\frac{1}{2}$	$11\frac{1}{2}$
	Obere Platte des Triglyphen . .	2	11

	Glieder der Gesimse, welche die Ordnung bilden.	Höhen.	Ausladungen von der Mittelaxe.
		Theile	Theile
B. Fries 18 Theile.	Triglyph . . .	18	$10\frac{1}{2}$
	Metope	18	10
	Platte	2	12
C. Architrav 12 Theile.	Riemen der Tropfen	$\frac{1}{2}$	$11\frac{1}{2}$
	Tropfen . . .	$1\frac{1}{2}$	$11\frac{1}{2}$
	Erster Streifen	4	10
	Zweiter Streifen	6	$10\frac{1}{2}$

D. Grundriß des Triglyphs, in doppeltem Maßstabe . .

E. Grundriß der Tropfen, runde und viereckige.

F. Aufriß von einem Triglyph und den Tropfen.

In Figur 126 sind die einzelnen Theile der dorischen Ordnung mit dem Gebälke mit Zahnschnitten aufgestellt und in nachstehender Tabelle enthalten.

Glieder der Gesimse, welche die Ordnung bilden.	Höhen.	Ausladungen von der Mittelaxe.
	Theile	Theile
Gebälke.		
A. Kranz. 18 Theile.		
Riemen des Krönungsgliedes . .	1	34
Hohlleiste.	3	31
Riemchen	$^1/_2$	$30^1/_2$
Kehlleiste	$1^1/_2$	30
Kranzleiste	4	$28^1/_2$
Canal oder Wasserrinne . . .	$^1/_2$	$27^1/_2$
Riemchen	$^1/_2$	26
Tropfen unter den Kranzleisten . . .	$^1/_2$	$24^1/_2$
Zahnschnitte . . .	3	15
Riemchen	$^1/_2$	13
Kehlleiste	2	$12^1/_2$
Obere Platte des Triglyphs . . .	2	11
B. Fries 18 Theile.		
Triglyph	18	$10^1/_2$
Metope.	18	10
C. Architrav 12 Theile.		
Platte	2	$11^1/_2$
Riemen der Tropfen	$^1/_2$	11
Tropfen	$1^1/_2$	11
Streifen oder Ansicht	10	10

Glieder der Gesimse, welche die Ordnung bilden.	Höhen.	Ausladungen von der Mittelaxe.
	Theile	Theile
Säule.		
Riemen	$^1/_2$	$15^1/_2$
Kehlleiste	1	$15^1/_4$
Deckel oder Abacus	$2^1/_2$	14
Viertelstab	$2^1/_2$	$13^3/_4$
Drei Riemchen . .	$1^1/_2$	$11^1/_2$
Hals des Capitäls	4	10
Reif: Stäbchen . .	1	12
Reif: Riemchen . .	$^1/_2$	$11^1/_2$
Reif: Ablauf . . .	$1^1/_2$	10
Säulenschaft. 14 Model.		
Ablauf	2	12
Riemchen	$^2/_3$	14
Stäbchen	$1^1/_3$	$14^3/_4$
Pfuhl	4	17
Plynthe	6	17
Säulenstuhl.		
Riemen	$^1/_2$	23
Viertelstab	1	$22^3/_4$
Riemchen	$^1/_2$	$21^3/_4$
Hängende Platte .	$2^1/_2$	21
Kehlleiste	$1^1/_2$	$18^1/_2$
Würfel des Säulenschaftes.		
4 Model	—	17
Ablauf	1	17
Riemchen	$^1/_2$	18
Stäbchen	1	$18^3/_4$
Umgekehrte Kehlleiste	2	19
Zweite Plynthe . .	$2^1/_2$	21
Erste Plynthe . . .	4	$21^1/_2$

§. 156.

Jonische Ordnung Fig. 128 bis 132.

Diese Ordnung erhielt ihren Namen nach Jon, dem Anführer einer athenienſischen Colonie in Asien, welcher zu Ephesus, einer der dreizehn großen Städte Kariens, nach dieser Ordnung drei Tempel, der Diana, dem Apollo und dem Bacchus erbaute. Man nennt diese Ordnung die

mittlere, weil sie zwischen die dorische und korinthische gestellt wird. Sie ist aus den Bädern des Diocletian entnommen. Nachfolgendes Verzeichniß enthält die verschiedenen Maße der einzelnen Theile.

Glieder der Gesimse, welche die Ordnung bilden.	Höhen.	Ausladungen von der Mittelaxe.
	Theile	Theile
Gebälke.		
A. Kranz. $31\frac{1}{2}$ Theile.		
Riemen des Krönungsgliedes .	$1\frac{1}{2}$	46
Rinnleiste . . .	5	—
Riemchen	$\frac{1}{2}$	41
Kehlleiste	2	$40\frac{1}{2}$
Kranzleiste . . .	6	$38\frac{1}{2}$
Riemen der Wasserrinne . . .	1	$29\frac{1}{4}$
Viertelstab . . .	4	$28\frac{1}{4}$
Stäbchen	1	25
Riemchen	$\frac{1}{2}$	$24\frac{1}{2}$
Band der Zahnschnitte . . .	$1\frac{1}{2}$	21
Zahnschnitte . .	6	24
Riemen	1	20
Kehlleiste	4	$19\frac{1}{2}$
B. Fries	27	15
C. Architrav. Unterbalken. $22\frac{1}{2}$ Theile.		
Platte	$1\frac{1}{2}$	20
Kehlleiste . .	3	$19\frac{2}{3}$
3ter Streifen .	$7\frac{1}{2}$	17
2ter Streifen .	6	16
1ster Streifen .	$4\frac{1}{2}$	15
D. Capitäl von der Seite gesehen .	19	20
D. Ansicht d. Polsters	16	$17\frac{1}{2}$
Säule.		
E. Capitäl 17 Theile.		
Riemen	1	20
Kehlleiste	2	$19\frac{1}{2}$
Platte	1	$17\frac{1}{2}$
Canal der Schnecke	3	17
Vietelstab	5	22
Reif: Stäbchen. .	2	18
Reif: Riemen . .	1	17
Reif: Ablauf . .	2	15
Säulensch. 16 Model		
1 Theil	6	15
F. Basis 18 Theile.		
Ablauf	2	18
Riemen	$1\frac{1}{2}$	20
Pfuhl	5	$22\frac{1}{2}$
Riemchen	$\frac{1}{4}$	20
Einziehung . . .	2	20
Riemchen	$\frac{1}{4}$	—
Zwei Stäbchen .	2	$22\frac{1}{2}$
Riemchen	$\frac{1}{4}$	22
Einziehung . . .	2	21
Riemchen	$\frac{1}{4}$	24
Plynthe	6	25
Säulenstuhl.		
G. Kranz. 10 Theile.		
Riemen	$\frac{2}{3}$	35
Kehlleiste	$1\frac{1}{3}$	$34\frac{3}{4}$
Kranzleiste	3	$33\frac{1}{2}$
Einschnitt für die Regenrinne . .	$\frac{1}{2}$	30
Viertelstab	3	$29\frac{1}{2}$
Stäbchen	1	27
Riemchen	1	$26\frac{1}{4}$
Ablauf	$1\frac{1}{4}$	25
Würfel des Säulenstuhls 4 Model .	$12\frac{3}{4}$	1 M. 7
H. Basis od. Fußleiste. 10 Theile.		
Ablauf	2	25
Riemen	1	27
Stäbchen . . .	$1\frac{1}{3}$	28
Umgekehrte Kehlleiste	3	$27\frac{1}{2}$
Riemen	$\frac{2}{3}$	$31\frac{2}{3}$
Plynthe	4	33

Die Riefen des Säulenstammes sind durch eine Platte getrennt.

Aufriß der ionischen Schnecke Fig. 132.

Nachdem die Glieder des Capitäls aufgetragen sind, bezeichnet man das Auge der Schnecke auf der Horizontallinie E und dem Zusammentreffen der Verticallinie D. Dann beschreibt man mit einem Halbmesser von einer Minute (oder Theil) einen Kreis, dessen Durchmesser die Diagonale eines Vierecks bildet und dessen Seiten in zwei gleiche Theile getheilt werden; durch diese Puncte zieht man die Axen 1, 3 und 2, 4, wovon jede in 6 gleiche Theile getheilt wird. Jeder dieser Puncte bezeichnet den Brennpunct, aus welchem die äußere Schneckenlinie gezogen wird.

Aus dem Puncte 1 wird, nachdem der Zirkel in D gesetzt ist, der Viertelkreis DA gezogen; man geht nun zum Puncte 2 und so ferner über, wie aus Fig. 131 näher zu ersehen ist.

Um den innern Schneckenzug zur Bildung der verjüngten Platte aufzuziehen, wird jede der oben erwähnten Unterabtheilungen in 4 Theile getheilt. Die erste Unterabtheilung unterhalb der ersten Puncte dient als Brennpunct zur Bestimmung der Rinnenbreite. Die ganze Höhe der Schnecke ist 16 Theile des Moduls, wovon 9 oberhalb der Horizontallinie E und 7 unter derselben liegen.

§. 157.

Korinthische Ordnung. Fig. 133 bis 135.

Der Charakter der korinthischen Ordnung ist Zierlichkeit; alle Theile derselben sind einer mannigfaltigen Anordnung fähig; die Höhe der Säule beträgt zehn Durchmesser.

In Hinsicht der Entstehung dieser Ordnung erzählt Vitruv: Ein Mädchen zu Korinth starb den Tag vor ihrer Hochzeit und ihre Erzieherin stellte auf das Grabmal einen Korb mit denjenigen Gegenständen, welche sie in ihrem Leben vorzüglich geliebt hatte, und deckte ihn mit einem Ziegel zu, um die darin befindlichen Gegenstände desto länger zu erhalten. Durch Zufall war der Korb auf die Wurzel einer Akanthuspflanze gestellt worden; im Frühjahre schlug diese Wurzel wieder aus und ihre Blätter und Stengel schmiegten sich an den Seiten des Korbes hinan bis unter den hervorspringenden Ziegel, an welchen sie anstießen und dadurch genöthigt wurden, sich in ihren äußern Enden zusammen zu rollen. Kallimachus, ein athenienfischer geachteter Bildhauer, der an diesem Grabmale vorüber ging und dem die Schönheit und gefällige Form gefiel, bildete

nach derselben das korinthische Capitäl und setzte dessen Verhältnisse fest, nach welchen mehrere Monumente errichtet wurden.

Die verschiedenen Maße der einzelnen Theile sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Glieder der Gesimse, welche die Ordnung bilden.	Höhen.	Ausladungen von der Mittelaxe.
	Theile	Theile
Gebälke.		
Riemen d. Krönungsgliedes	1	53
Rinnleisten	5	53
Riemchen	1/2	48
Kehlleiste	1 1/2	47 1/2
Kranzleiste	5	46
Kehlleiste	1 1/2	45 1/2
Sparrenkopf	6	44 1/2
Riemchen	1/2	28 1/2
Viertelstab	4	28
Stäbchen	1	25
Riemchen	1/2	24 1/2
Zahnschnitte	6	24
Riemchen	1/2	20
Ablauf	3	19 2/3
Stab	1	16 3/4
Riemchen	1/2	16 1/4
Kehlleiste	1 1/4	15
Riemen	1	20
Kehlleiste	4	19 2/3
Stab	1	17
Dritter Streifen	7	16 1/2
Kehlleiste	2	16 1/3
Zweiter Streifen	6	15 1/2
Stäbchen	1	15 1/2
Erster Streifen	5	15
Die Riefen der Säulen sind durch Platten getrennt.		

Glieder der Gesimse, welche die Ordnung bilden.	Höhen.	Ausladungen von der Mittelaxe.
	Theile	Theile
Säule 16 Model	12	—
Schaft	—	18
Ablauf	2	20
Riemen	1 1/2	20
Pfuhl	3	22
Riemchen	1/4	20 1/2
Einziehung	1 1/2	20
Riemchen	1/4	21 5/8
Zwei Stäbchen	1	22
Riemchen	1/4	21 5/8
Einziehung	1 1/2	21 1/8
Riemchen	1/4	23
Pfuhl	4	25
Plynthe	6	25
Säulenstuhl.		
Riemen	2/3	33 1/2
Kehlleiste	1 1/3	33 1/4
Kranzleiste	3	32
Hohlleiste	1 1/4	30 3/4
Stäbchen	1	26 1/2
Riemchen	3/4	25 3/4
Fries	5	25
Stäbchen	1 1/4	26 7/8
Riemen	3/4	26 1/4
Ablauf	1 1/2	25
Würfel	87 1/4	25
Riemen	1 1/2	25
Ablauf	3/4	26 1/4
Stab	1 1/4	27 1/4
Umgek. Kehlleiste	3	26 5/8
Riemen	1	30 3/4
Pfuhl	3	32 1/2
Plynthe	6	32 1/2

Korinthischer Sparrenkopf. Fig. 132, 134 und 136.

Um den Sparrenkopf dieser Ordnung aufzutragen, ist vor allem das Profil der durchgehenden Platte, gegen welche sich derselbe anlehnt, und die Casette, welche die Soffite der Kranzleiste ziert, aufzuzeichnen; man trägt dann 6 Theile für die Höhe und 16 Theile für die Ausladung des Sparrenkopfes auf; zur richtigen Construction der vorderen kleinen Schnecke werden $3^1/_2$ Theile in 16 gleiche Theile getheilt, wie Fig. 132 dies näher angiebt, woraus das Viereck und die Brennpuncte für den Schneckenzug sich ergeben, wie dies die Figur deutlich nachweis't; alsdann ziehe man die Linie AB, theile sie in 4 gleiche Theile und beschreibe mit der Zirkelöffnung die punctirten Kreislinien; die durch dieselben gezogenen Verticallinien bestimmen die beiden Brennpuncte für die großen Kreisstücke und vollenden die Form des Sparrenkopfes. Ebenso wird auch das Akanthusblatt unter dem Sparrenkopfe und das Profil der Rosette in der Soffite mit dem Zirkel aufgetragen.

Aufriß des korinthischen Capitäls. Fig. 135, 137.

In obiger Figur ist der Grundriß zur Hälfte von vorne gesehen, zur Hälfte nach der Diagonale aufgetragen. Nachdem die Axe der Säule im Grundriß aufgetragen ist, beschreibe man einen Kreis von 2 Model Halbmesser, theile denselben in 16 gleiche Theile und ziehe von diesen Puncten aus Radien nach der Axe, so wird dadurch die Mitte eines jeden Blattes bestimmt. Der Kern des Capitäls wird durch einen Kreis von $14^1/_2$ Theilen Halbmesser bezeichnet, und die Ausladung der Blätter ist in der Figur deutlich durch die angedeuteten Kreise ersichtlich.

In dem Aufriß sind die Höhen der Blätter und der sechzehn Schnecken, wovon die 8 größten auf den Winkeln der Deckplatte (abacus) tragen, und die acht kleineren, welche den unter der Deckplatte befindlichen runden Ring tragen, verzeichnet; desgleichen auch die vier Blumen, die die Mitte der Deckplatte zieren.

Die Schnecken lassen sich zwar eben auch mit dem Zirkel construiren, doch werden solche gewöhnlich aus freier Hand am geeignetsten aufgezeichnet.

Die verschiedenen Theile des Capitäls sind folgende:

A. Grundriß der Deckplatte und Blätter.

B. Grundriß der großen und kleinen Blätter.

C. Der Kern des Capitäls.
D. Erste Blätter-Reihe.
E. Zweite Blätter-Reihe.
F. Blumenstengel.
G. Große Schnecke.
H. Kleine Schnecke.
I. Blume.
K. Deckplatte (abacus).
L. Ring des Kern.

§. 158.

Römische Ordnung. Fig. 138, 139 und 140.

Diese Ordnung wird aus dem Grunde, weil sie aus den beiden vorhergehenden zusammengesetzt ist, auch die zusammengesetzte genannt, wie denn auch alle einzelne Theile den Charakter der ionischen mit der Zierlichkeit der korinthischen vereinigt tragen.

Diese Ordnung ist eine Erfindung der Römer, welche selbige zuerst an dem nach der Eroberung von Jerusalem zu Ehren des Kaisers Titus errichteten Triumphbogen anbrachten.

Die verschiedenen Maße der einzelnen Theile sind in nachfolgender Tabelle enthalten:

Glieder der Gesimse, welche die Ordnung bilden.		Höhen.	Ausladungen von der Mittelaxe.
		Theile	Theile
	Gebälke.		
A. Kranz. 36 Theile.	Riemen des Krönungsgliedes	1 1/2	51
	Rinnleiste	5	51
	Riemen	1	46
	Kehlleiste	1	45 1/2
	Stäbchen	1	43 3/4
	Kranzleiste	5	43
	Rinnleiste unter der Kranzleiste	1 1/2	41
	Riemen	1	33
	Kehlleiste	4	32 1/3
	Band der Zahnschnitte	1/2	28
	Zahnschnitte	7 1/2	29
	Riemen	1	23
	Viertelstab	5	22
B. Fries. 27 Theile.	Stäbchen	1	17
	Riemchen	1/2	16 1/2
	Ablauf	1	15
C. Architrav. 27 Theile.	Riemen	1	22
	Hohlleiste	2	20 1/2
	Viertelstab	3	20
	Stäbchen	1	17 3/4
	Zweiter Streifen	10	17
	Kehlleiste	2	16 2/3
	Erster Streifen	8	15

Glieder der Gesimse, welche die Ordnung bilden.		Höhen.	Ausladungen von der Mittelaxe.
		Theile	Theile
	Säule 16 Model	12	—
D. Basis der Säule. 18 Theile.	Säulenschaft	—	18
	Ablauf	2	20
	Riemen	1 1/2	20
	Pfuhl	3	22
	Riemchen	1/4	20 1/2
	Einziehung	1 1/2	20
	Riemchen	1/4	21 1/3
	Stäbchen	1/2	21 3/4
	Riemchen	1/4	21 1/3
	Einziehung	2	20 2/3
	Riemchen	1/4	23
	Pfuhl	4	25
	Plynthe	6	25
	Säulenstuhl.		
E. Kranz. 14 Theile.	Riemchen	2/3	33
	Kehlleiste	1 1/3	32 3/4
	Kranzleiste	3	31 1/2
	Rinnleiste	1 1/3	28 1/2
	Riemchen	1/2	26 1/4
	Hohlleiste	1	25 1/4
	Fries	5	25
	Stäbchen	1	27
F. Würfel. 94 Theile.	Riemen	1	27
	Ablauf	1 1/4	27
	Würfel	88 3/4	25
	Ablauf	2	25
	Riemen	1	26 1/2
	Stäbchen	1	27 3/4
G. Fußleiste. 12 Theile.	Umgek. Kehlleisten	3	30 1/4
	Riemen	1	31 1/4
	Pfuhl	3	33
	Plynthe	4	33

Aufriß des römischen Capitäls. Fig. 140.

Das römische Capitäl ist aus dem ionischen und korinthischen zusammengestellt. Es hat nur acht Schnecken, welche sich bis zur Höhe der zweiten Blätterreihe abwärts winden und bis in die Deckplatte steigen. Die Hauptmasse ist dieselbe wie bei dem korinthischen Capitäl, ebenso sind auch die beiden Blätterreihen wie auch der Kern derselben.

Die Deckplatte (abacus) hat im Grundriß dieselbe Form wie die korinthische.

Die Schnecke dieses Capitäls entwickelt sich ganz ebenso wie die ionische, aber der schiefen Lage wegen, in welcher sie sich im Aufriß darstellt, wird selbige aus freier Hand gezeichnet.

Der Grundriß zeigt sehr deutlich die Lage der Schnecken, welche sich der Form der Deckplatte nach ziehen. Die Aufzeichnung des Grundrisses dieses Capitäls geschieht ganz ebenso wie bei dem korinthischen. Die in Fig. 140 verzeichneten Theile sind:

A. Grundriß von vorne gesehen.
B. Grundriß nach der Diagonale.
C. Kern des Capitäls.
D. Erste Blätter-Reihe.
E. Zweite Blätter-Reihe.
F. Schnecken.
G. Blume.
H. Deckplatte (abacus).

§. 159.

Von den Pilastern und Wandsäulen.

Pilaster sind Pfeiler, die theils hinter den Säulen an der Mauer eines Gebäudes, theils aber auch ohne Säulen an den Schäften der Gebäude zwischen den Fenstern angebracht werden. Ihre Erfinder, die Griechen, brachten sie theils zu mehrerer Festigkeit der Gebäude an den vorspringenden Enden der Mauern und Ecken der Tempel an, theils bedienten sie sich derselben zur Verzierung ihrer Gebäude. Man gab ihnen eigne Capitäle und Basen, die aber von den Capitälen und Basen der Säulen verschieden und einfacher waren. In späteren Zeiten machten die Römer die Pilaster den Säulen ähnlich und gaben ihnen dieselben Capitäle und Basen, welche die vor ihnen stehenden Säulen hatten. Es giebt daher eben so viel verschiedene Pilaster- und Säulenarten, und eine jede wird nach eben den Verhältnissen angelegt und auf eben die Art verziert wie die Säulen; demnach erhalten sie auch solche Schäfte, Capitäle und Basen, nur daß sie nicht rund, sondern viereckig gemacht werden.

Gewöhnlich läßt man die Pilaster um den achten oder sechsten Theil, bisweilen auch um den vierten Theil ihrer Dicke aus der Mauer hervorspringen. Sind neben dem Schafte der Pilaster Kämpfer oder andere

Gesimse angebracht, so müssen die Pilaster wenigstens den vierten Theil ihrer Breite vorspringen, damit die Gesimse nicht über dem Pilaster hervorstehen, welches nicht gut aussieht.

Eine Säule ist nur dann schön, wenn sie frei steht; sie verliert aber ihre Annehmlichkeit, wenn eine Mauer ꝛc. sich an sie anschließt. Man ist jedoch bisweilen genöthigt, Wandsäulen anzubringen, wie bei den Bogenstellungen, dann aber muß man sie nie unter der Hälfte in die Mauer hineinstellen. Der Vorsprung der Wandsäulen hängt ebenfalls von dem Vorsprunge des Kämpfers oder anderem an dem Gebäude befindlichen Gesimse ab, dessen oberstes hervorragendes Glied mit der Axe der Säule in gerader Linie liegen muß, weil sonst dieses Glied sich entweder um die Säule herumbiegen oder vor derselben hervorstehen würde. In beiden Fällen kann die Säule kein gutes Ansehen erlangen; sie muß folglich über ihre Hälfte aus der Mauer hervorspringen.

§. 160.

Verhältniß der Säulenordnungen unter einander.

Um eine Vergleichung der Ordnungen unter einander zu haben, ist in Fig. 141 die Eintheilung der Säulen dargestellt.

Nachdem die ganze Höhe einer Säulenstellung auf einer gegebenen Linie bestimmt ist, wird dieselbe in 19 gleiche Theile getheilt; davon erhält der Säulenstuhl 4, die Säule 12 und das Gebälke 3 Theile.

Für die toscanische Ordnung ist der Modul dem vierzehnten Theil der Säule gleich. Demnach werden die 12 Theile, welche die Höhe der Säule bestimmen, in 14 gleiche Theile oder Model getheilt; davon messen die vier Theile des Säulenstuhls vier Model, acht Theile oder Minuten, und die 3 Theile des Gebälkes drei Model, sechs Theile oder Minuten.

Für die korinthische Ordnung gilt dieselbe Haupteintheilung wie bei der toscanischen, nur mit dem Unterschiede, daß die 12 Theile, welche die Höhe der Säule bestimmen, in 20 Theile oder Model getheilt werden, wonach die ganze Höhe der Säulenstellung 31 Model 12 Theile oder Minuten erhält. Nachdem solche auf eine senkrechte Linie aufgetragen sind, werden dem Säulenstuhl 4 Theile oder 6 Model, 12 Theile oder Minuten, 3 Theile für das Gebälke oder 5 Model, und die übrigen 12 Theile oder 20 Model für die Säule abgetheilt.

Von den Axen der toscanischen und korinthischen Ordnung, welche auf eine beliebige Entfernung aufgetragen werden können, werden noch

zwei Axen auf gleichmäßiger Entfernung für die dorische und ionische Ordnung abgetheilt; werden nun in schräger Richtung Linien von der Mitte der Axe der toscanischen Säule nach jener der korinthischen gezogen, z. B. in der Höhe des Säulenstuhls, des Capitäls und des Gebälkes, so erhält man auf den mittleren Axen genau die Höhe jener Hauptglieder, wie solches in Fig. **141** näher verzeichnet ist.

Die römische Ordnung hat die Hauptverhältnisse mit der korinthischen gemein; es sind daher statt jener die Verhältnisse der korinthischen Säulenstellung nach Palladio, wie solche bei verschiedenen Bauwerken in Italien Anwendung gefunden haben, in dieser Figur näher bezeichnet.

§. 161.

Säulenweiten.

In Fig. **142** ist die Entfernung von jeder Ordnung für die Säulenweiten bei Portiken von Axe zu Axe angegeben, und in Fig. **143, 144, 145, 146** der Aufriß derselben näher angegeben.

Obschon diese Angaben nach den von Vignola gegebenen Bestimmungen genommen sind, so ist doch noch hinzuzufügen, daß, je massiver die Säulen sind, um so mehr können solche aus einander gestellt werden, und je zarter oder schwächer dieselben sind, um so näher müssen sie an einander zu stehen kommen. Die geringste Säulenweite, welche man aus dem Alterthume her kennt, sind 3 Model, oder 5 Model von Axe zu Axe; diesem Grundsatze gemäß würde die toscanische als Maximum 6 Durchmesser von Axe zu Axe, die dorische $4^1/_2$ Durchmesser, die ionische 3 Durchmesser und die korinthische $2^1/_2$ Durchmesser von einer Axe zur andern erhalten; hierbei ist noch zu bemerken, daß bei der dorischen Ordnung die Triglyphen und Metopen die Weite von Axe zu Axe näher bestimmen.

§. 162.

Säulenstellung mit Bogen.

Wenn die Säulen weit aus einander stehen, so werden solche mit Bogen statt mit geraden Architraven verbunden. Die Bogen müssen immer unmittelbar auf den Säulen ruhen, wenn die Säulenstellung gleichförmig ist; sind aber die Säulen abwechselnd gestellt, so kommen die Bogen auf Architraven zu ruhen.

Kommen die Bogen auf Pfeiler zu ruhen, so müssen dieselben von einem Kämpfer aufgenommen werden; das Profil der Bogen-Einfassung

und des Kämpfers ist dasselbe wie der Architrav der Ordnung, welche dabei in Ausführung gebracht wird.

Die Figg. 142, 143, 144, 145 und 146 geben die Grund- und Aufrisse der Bogenstellungen von jeder Ordnung ohne Säulenstühle. Dagegen geben die Figg. 147, 148, 149, 150 und 151 die Grund- und Aufrisse der Bogenstellungen mit Säulenstühlen. Die Fig. 152 enthält die einzelnen Theile der Kämpfer und Bogen-Einfassungen der Bogenstellungen von jeder Ordnung. Sie bildet eine Zusammenstellung der einzelnen Theile der Bogen, welche in den Figg. 121, 123, 128, 133 und 138 schon enthalten sind.

Die beste Form der Bogen ist der Halbkreis; bei Bogenstellungen ohne Säulenstuhl ist es jedoch am besten, die Höhe des Bogens im Lichten bis unter den Schlußstein der Höhe der Säule gleich zu machen, und der Breite des Bogens im Lichten die halbe Höhe der Säule zu geben. In diesem Falle kommt die Säule auf eine Zocke zu stehen, die immer 2 Model hoch ist, damit der Zwischenraum zwischen der unteren Linie des Bogens und dem Unterbalken der Säulenstellung ebenfalls 2 Model hoch werde und dadurch ein gutes Verhältniß zu den übrigen Theilen der Bogenstellung erhalte. Die Breite des Bogens bekommt daher zu seiner Höhe das gute Verhältniß wie 1 zu 2, unter welches hinab man nicht gehen muß; höher aber kann man die Oeffnung machen, z. B. 4 zu 9, 2 zu 5, niemals aber niedriger als 1 zu 2.

Bei Bogenstellungen mit Postamenten würde der Bogen zu breit und zu hoch werden und die Säulen müßten zu weit aus einander stehen, wenn man die Höhe des Bogens im Lichten der Höhe der Säule mit dem Postamente gleich machen wollte; daher muß man den Bogen 2 Model niedriger machen als die Höhe und erhält dadurch zugleich den erforderlichen Raum zwischen dem Bogen und dem Unterbalken, der wenigstens 2 Model haben muß.

Die Pfeiler erhalten das beste Ansehn und eine genügende Festigkeit, wenn man ihnen 4 Model zur Breite giebt; bei Anbringung mit Postamenten kann man ihnen jedoch noch etwas zusetzen und ihnen $4^2/_3$ Model geben. Durch diese angenommene Breite der Pfeiler wird die Breite der Nebenpfeiler von selbst bestimmt, denn auf jeder Seite des Pilasters oder der Säule, die 2 Model einnehmen, bleibt 1 Model für den Nebenpfeiler übrig.

An den Pfeilern der Bogenstellungen wird gemeiniglich nur ein Pilaster oder eine Wandsäule angebracht. Wenn jedoch die Pfeiler

sehr breit sind, so werden zur Verminderung ihrer Breite bisweilen zwei neben einander stehende oder gekuppelte Säulen oder Pilaster angebracht; doch muß der Nebenpfeiler 1 Model Breite bekommen. Der Fuß der Nebenpfeiler muß, wenn keine Säulenstühle angebracht sind, aus einer einfachen Zocke bestehen; bei Anwendung von Säulenstühlen aber kann er dieselbe Verzierung erhalten wie der Fuß der Postamente, wenn er nicht etwa auf eine einfache Zocke gesetzt werden soll.

Der Kämpfer darf niemals wegbleiben, weil er zur Unterstützung des Bogens und zur Bekrönung des Nebenpfeilers dient. Der Kämpfer darf nie in einer Höhe angebracht sein, da die Säule oder der Pfeiler in zwei gleiche Theile getheilt wird, sondern der untere Theil muß so viel als möglich größer sein. Auch darf der Bogen nicht gleich unmittelbar über dem Kämpfer anfangen, sondern etwa um zwei Drittheile der Ausladung des Kämpfers über demselben, weil sonst durch dessen Ausladung ein Theil des Bogens versteckt wird. Der Kämpfer erhält 1 Model Höhe und oben $1/3$ bis höchstens $1/2$ Model Ausladung, hingegen vorn neben der Säule oder dem Pilaster kann die Ausladung etwas weniger betragen, damit dieselben nicht zu weit vorzuspringen brauchen. Die Glieder, die er erhält, müssen stets der Säulenart, wo er angebracht wird, entsprechen. In Fig. 152. sind die verschiedenen Arten Kämpfer dargestellt. Die Einfassung oder Breite des Bogens kann 1 Modul betragen und erhält auch weniger Ausladung als der Kämpfer. Zwischen dem Bogen und dem Unterbalken muß noch gegen 1 Modul Raum übrig bleiben.

Der Schlußstein, welcher dem Bogen eine eigenthümliche Zierde und ein Ansehn von größerer Festigkeit giebt, darf eben so wenig wegbleiben. Nur wenn bei der Bogenstellung keine Säulen angebracht sind, kann man denselben entbehren. Der Schlußstein muß jederzeit oben an den Unterbalken anstoßen. Die untere Breite desselben kann etwa 1 Model betragen, und um seine obere Breite zu erhalten, läßt man seine beiden Seitenlinien gegen den Mittelpunct des Bogens zulaufen, die denn da, wo sie an den Unterbalken anstoßen, die gesuchte Breite bestimmen. Bei toscanischen und dorischen Bogenstellungen wird er einfach und ohne alle Glieder, oder nur oben mit einigen Gliedern bedeckt. Bei den übrigen Bogenstellungen pflegt man ihm gewöhnlich die Form eines Kragsteins (Consols) zu geben.

Fünfte Abtheilung.

§. 163.

Von der Anlage und Mauerung der Thür- und Fensteröffnungen.

Die ersten Bedürfnisse eines Gebäudes sind Thüren und Fenster, die in den Umfassungsmauern desselben angebracht werden, um ihm sowohl den Eingang als auch Licht und Luft zu verschaffen. Eine richtige Anlage dieser Theile verschafft dem Gebäude nicht nur ein gefälliges Ansehn, sondern trägt auch zur Festigkeit desselben sehr wesentlich bei. Thüren und Fenster sollen sich allerdings nach der bequemen und wirthschaftlichen Einrichtung des Gebäudes richten, doch aber muß hauptsächlich, wenigstens in den Hauptfronten, auf eine gleichförmige Austheilung der Thüren und Fenster oder auf Symmetrie Rücksicht genommen werden, d. h. man muß die Thür entweder in der Mitte der Fronte des Gebäudes so anbringen, daß zu beiden Seiten derselben eine gleiche Anzahl und gleich große Fensteröffnungen zu stehen kommen; oder wenn aus ökonomischen Rücksichten die Thür in die Seite des Gebäudes zu stehen kommt, soll man die Fensteraustheilung so treffen, daß in gleicher Entfernung vom Schafte oder Eckpfeiler desselben eine blinde Thür angebracht werden kann. Auch sollen die Fenster in möglichst gleichen Entfernungen von einander angebracht werden, indem durch die gleiche Abtheilung der Fenster und Thüren von der Mitte des Gebäudes aus noch nicht das gute Ansehn des Gebäudes erzielt wird, sondern wenn solches hervorgebracht werden soll, so müssen die **Mauern** oder **Pfeiler** zwischen den Fenstern wo möglich gleich breit und der Dauer und einem guten Verhältnisse entsprechend sein. Die **Pfeiler** oder **Schäfte** sollen mit den Fenstern wenig-

stens gleiche Breite haben, wo möglich aber breiter gemacht werden, die Eckschäfte aber sollen noch etwas breiter als die Fensterpfeiler genommen werden.

Zu viele Fensteröffnungen schwächen die Umfassungsmauern der Gebäude; man hat daher die Regel aufgestellt, einem Gebäude nur so viele Fensteröffnungen zu geben, als zu dessen Beleuchtung durchaus erforderlich sind. Dadurch entstehen breite Pfeiler und man vermeidet den Uebelstand, daß sich die Fenster den Ecken der Zimmer zu sehr nähern; ferner ist es eine Hauptregel, daß die Fenster genau über einander zu stehen kommen.

Die Breite der Fenster soll nicht unter 3 Fuß 3 Zoll, und nicht über 4 Fuß betragen. Das Mittel aus diesen Maßen, nämlich 3 Fuß 6 Zoll, wobei zwei Personen bequem an das Fenster treten können, ist eines der angenehmsten Verhältnisse. Des guten Ansehns des Gebäudes wegen sucht man bei den Fenstern in Betreff ihrer Breite und Höhe das Verhältniß wie 1 : 2 zu wählen. Bei gewöhnlichen Gebäuden muß man aber, der Höhe der Stockwerke wegen, oftmals von diesem Verhältnisse abgehen.

§. 164.

Wölbung der Thür- und Fensterstürze.

Die obere Bedeckung einer Thür- oder Fensteröffnung wird Sturz genannt. Ein solcher Sturz kann, wie bei Fachwerksgebäuden, aus Holz gefertigt werden, oder, wenn man mit Hausteinen baut, aus einem einzigen Werkstück bestehen, oder man kann ihn von Ziegelsteinen in Mörtel wölben, wovon hier vorzugsweise gehandelt werden soll. Diese Gewölbe bestehen nun entweder in kreisbogenförmigen, oder wie es in der neuern Zeit der Fall ist, in sogenannten scheitrechten Gewölben.

Die Seitenmauern der Thüren und Fenster heißen Geläufe, Gewände und Anschläge, dagegen heißt die untere horizontale Fläche der Fenster Sohle, der untere Theil der Thüren aber wird Schwelle genannt. Die hölzernen Kreuzstöcke oder Fensterrahmen, in welche die Fenster eingehängt werden, wurden früher mit der äußern Seite der Umfassungsmauern bündig gesetzt, jetzt aber setzt man sie 2 bis 3 Zoll zurück. Diese Kreuzstöcke werden eingesetzt und eingemauert, während die Mauern aufgeführt werden und entweder, wie die Fig. 153 zeigt, mit eisernen Dübeln aa′ befestigt, oder sie werden, wie in der Fig. 154 bei

b,b′ zu ersehen ist, eingehauen. Besser ist es aber, erst einen Anschlag zu mauern und die Fenster dann einzusetzen, wenn die Mauern schon verputzt sind und diese dann mit eisernen Bandstiften, wie in Fig. 83 zu ersehen ist, worin die Mauerung des Anschlages vorgestellt ist, zu befestigen. Dieser Anschlag m,n beträgt, wenn die Backsteine 12 Zoll stark sind, 3 Zoll. Ist die Mauer bis zu der Fensterhöhe aufgeführt, und sind die schrägen Flächen x,z Fig. 155, zwischen welche der Bogen zu liegen kommt, die man Widerlager nennt, aufgemauert, so wird der Bogen ef gesprengt. Der Bogen erhält 1 bis 1½ Zoll Sprenghöhe, welche mit dem Verputz wagrecht ausgeglichen wird. Zur Einschalung bedient man sich der Bretter. Zu der vordern Schalung, nämlich zum Bogen, der den Anschlag bildet, ist das Brett etwas länger, als der Fensterstock im Lichten hat, damit er zu beiden Seiten a und b 1 Zoll lang aufgelegt werden kann. Dieses Brett bekommt die Breite des Anschlags und wird zu beiden Seiten a und b etwas abgeschärft, um es zwischen die Steinfugen einlegen zu können, in der Mitte bei c aber bekommt es einen Sägeschnitt, damit es um 1 bis 1½ Zoll aufgebogen werden kann. In der Mitte wird es mit einem Stiele cd aufgesprießt, auf welchem ein Lattenstückchen c quer unter dem Sägeschnitte liegt, damit der ganze Schnitt unterstützt sei und das Brett sich nicht splittern kann. Der innere Bogen, der 3 Zoll, auch wohl noch höher gestellt wird, kann, um die Tragkraft der Bogen zu verstärken, mehr Sprenghöhe bekommen, wie die punctirten Linien in der Figur deutlich zeigen.

Beide Bogen, nämlich der innere, welcher den Anschlag bildet, wie auch der äußere, werden, wie aus der Figur erhellt, mit einander verbunden. Bei dem Wölben dieser Bogen muß ebenfalls ein zweckmäßiger Fugenschnitt beobachtet werden, wie dies aus der Zeichnung hervorgeht, wobei man darauf zu sehen hat, daß die Maurer die sich bildenden Keile so zuhauen, daß sie gegen das Centrum hinlaufen, dem der Bogen als Kreissegment zugehört.

Ob nun gleich dieses Verfahren mehrentheils angewendet wird, so ist es doch nicht das beste, sondern jederzeit sollte man, wie die Fig. 156 zeigt, verfahren:

Sobald die Fenstermauern bis an den Punct f Fig. 156 A oder bis an die untere Kante des scheitrechten Bogens oder Sturzes i Fig. 156 B aufgeführt sind, wird das Schalbrett nach der Breite des Fensters angelegt, worauf der scheitrechte Bogen gewölbt werden soll und die vorige

Einrichtung hat; dann wird ein Lehrbogen l, welcher die innere Breite des Fensters mit den Anschlägen zu beiden Seiten zur Länge und in Fig. 156 B $4\frac{1}{2}$ Zoll in der Mitte zur Höhe bekommt, aus einem bestimmten Mittelpuncte aufgerissen und etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll über die Unterkante des scheitrechten Bogens ebenfalls eingelegt, um auf demselben den innern Fensterbogen wölben zu können. Die Höhe des Lehrbogens l in der Mitte von $4\frac{1}{2}$ Zoll und von $1\frac{1}{2}$ Zoll bei ik, um welche derselbe über die untere Kante des scheitrechten Sturzes höher zu liegen kommt, betragen zusammen 6 Zoll. Diese innere Wölbung von 6 Zoll soll dazu dienen, daß der innere Bogen den äußern Sturz trage, und darf daher nicht über 6 Zoll genommen werden, da die mittleren scheitrechten Gewölbsteine des scheitrechten Sturzes mit weniger als 4 Zoll in die innere Wölbung eingreifen würden. Der Lehrbogen l wird unter seiner Mitte durch ein Holz m unterstützt und an dieser Stütze der Mittelpunct n, aus welchem der Bogen gezogen wurde, genau bemerkt, und in denselben ein Nagel eingeschlagen und an dem Nagel eine Schnur befestigt, welche dazu dient, die Keile gehörig zu behauen und d e n i n n e r n u n d ä u ß e r n B o g e n z u g l e i c h m i t L e i c h t i g k e i t, ohne daß eine Ueberwölbung vorkommt, aufführen zu können. Die Fig. 156 A stellt den Durchschnitt des Fensters dar, woraus erhellet, wie der scheitrechte Bogen bei b mit dem Bogen bei c in Verbindung zu setzen ist. Es läßt sich leicht begreifen, daß auf eben diese Art auch die Thüren zu überwölben sind, worauf wir weiterhin zu sprechen kommen.

Fig. 157 zeigt die Ansicht und den Durchschnitt eines halbkreisförmigen Bogens über einer Thüröffnung von 5 Fuß lichter Weite.

Der Bogen ist 1 Stein stark und eben so breit. Die Steine müssen keilförmig gehauen werden, wie es bei den Schenkeln ab und bc zu sehen. Um den Bogen wölben zu können, werden 2 Lehrbogen abc neben einander aufgestellt, die aus einzelnen schlechten Brettstücken, mittels querüber genagelter Leisten oder Latten verbunden und nach einem Halbkreise ausgeschnitten sind. Zur gemeinschaftlichen Unterstützung der beiden Lehrbogen stehen zu beiden Seiten die Bohlenstücke dd.

Fig. 158 stellt eine Maueröffnung nach einem flachen Kreisstücke überwölbt vor, ebenfalls 5 Fuß breit. Der Bogen ist $1\frac{1}{2}$ Stein stark und eben so breit. Jeder von den beiden Lehrbogen besteht nur aus einem einfachen Brettstücke a, welches in Form eines Kreisabschnittes nach der innern Wölbungslinie ausgeschnitten ist und durch 2 andere starke Bretter

b, b an beiden Enden unterstützt ist, welche letztere durch die Spreize c auseinander gehalten werden.

Fig. 159 ein zwei Stein starker, scheitrechter Bogen, ebenfalls 5 Fuß breit, aus keilförmig gehauenen Steinen. Der Mittelpunct des Bogens liegt da, wo die verlängerten Linien der Fugenschnitte die Mittellinie der Oeffnung schneiden. Dieser Mittelpunct muß aber so tief liegen, daß die gehauenen Steine, wo sie am schmalsten sind, wenigstens doch noch die Hälfte ihrer Stärke behalten.

Als Lehrgerüst dient hierzu ein wagerecht liegendes Brett a a, welches durch die 3 senkrecht stehenden Bohlenstücke b, b, b unterstützt wird.

Fig. 160 stellt die Wölbung eines gedrückten, 1 Stein starken Bogens vor, über eine 5 Fuß weite Oeffnung. Die Bogenform ist eine Korblinie, welche aus den Mittelpuncten a, b, c beschrieben ist.

Der aus ordinären Brettstücken zusammengefügte Bogen d d wird an beiden Enden von den senkrecht gestellten Stützen e e getragen.

Fig. 161 ein scheitrechter, $1^3/_4$ Stein starker Bogen, über eine 10 Fuß weite Oeffnung.

Damit derselbe nicht die ganze Last des darüber stehenden Mauerwerks zu tragen habe, was bei einer so großen Spannung den Einsturz des Bogens nach sich ziehen würde, so ist über demselben ein flacher Bogen eingewölbt, welcher dem untern die Last abnimmt und deswegen ein Ablastebogen genannt wird. Der Zwischenraum, den der Ablastebogen und der scheitrechte bilden, wird ausgemauert. Ueberdies wird die Last des scheitrechten Sturzes an den Ablastebogen mittelst eiserner Anker b b, durch welche oben und unten starke eiserne Splinte a a und c c gesteckt sind, aufgehängt, so daß hierdurch jede Senkung des Sturzes verhindert wird.

Zum Lehrgerüste dient eine wagerecht gelegte, starke vierzöllige Bohle d d, welche durch die 3 Stützen e e e getragen wird. Zuerst wölbt man den scheitrechten Bogen und legt den Anker b b gleich mit ein. Alsdann wird der Ablastebogen gewölbt. Das Lehrgerüst des scheitrechten Bogens bleibt so lange stehen, bis beide Bogen hinlängliche Festigkeit durch Austrocknen erhalten haben.

Fig. 162 zeigt die Wölbung eines Spitzbogens, über eine Oeffnung von 14 Fuß lichter Weite. Jeder der beiden Bogen, die im Scheitelpuncte spitz zusammenlaufen, ist aus dem gegenüberliegenden Kämpferpuncte a mit einem Halbmesser beschrieben, welcher der lichten Bogen-

weite gleich ist; daher laufen auch die verlängerten Gewölbefugen eines jeden Gewölbeschenkels in dem ihm gegenüberliegenden Kämpferpuncte zusammen. Hieraus entsteht, wie Fig. 162 zeigt, für die Steinconstruction im spitzen Scheitel eine Schwierigkeit, indem hier die Fugen nicht mehr nach den genannten Puncten gerichtet sein können; sind z. B. p m und r n die letzten Fugen, welche verlängert nach den beiden Kämpferpuncten a a gehen, und schneiden sich ihre Richtungen in x, so ist dies der Centralpunct für die Gewölbefugen, die in der Gegend des Scheitels innerhalb m n p q r treffen.

Des Steinverbandes wegen müssen die Ziegelsteine allerdings sehr verhauen werden, um die in der Figur angegebene Construction auszuführen; es würde daher sehr zweckmäßig sein, den ganzen Gewölbetheil m n p q r aus einem einzigen Werkstück auszuhauen und als einen zusammenhängenden Schlußstein zwischen den beiden Gewölbeschenkeln zu versetzen.

Auch könnte man den Schlußstein aus gebranntem Thon anfertigen lassen, was namentlich dann vorzuziehen wäre, wenn mehrere solche Spitzbogen von gleicher Größe zu mauern wären und das Gebäude keinen Abputz erhielte, sondern die Steinconstruction außerhalb sichtbar bliebe.

Der Lehrbogen b b besteht aus doppelt zusammengeschlagenen Brettstücken und ist mit seinen untersten Enden bei a a auf wagerechte Rahmstücke, die von lothrechten Stielen getragen werden, aufgeklaut. Außerdem steht der Bogen auf Keilen. Die Spannlatte c, welche beide Bogenschenkel zusammenhält, darf nicht wegfallen.

Wegen der Breite des Bogens wird hier quer über beide Lehrbogen (den äußern und innern) eine Schalung von Brett- oder Lattenstücken aufgelegt, man muß daher bei Aufreißung des Lehrbogens die Stärke dieser Schalung von seiner lichten Weite auf beiden Seiten vom Halbmesser abziehen und danach die Bogenlinie bestimmen.

Diese Vorsicht ist in allen Fällen, wo eine Schalung auf die Bogen zu liegen kommt, anzuwenden, weil sonst die Bogen bis unmittelbar unter das Gewölbe reichen würden und keine Schalung mehr aufliegen könnte.

Die Steinverbände für die bisher gegebenen Bogenstärken sind in den abwechselnden Gewölbeschichten in den folgenden Figuren dargestellt.

Fig. 163. Steinverbände zu Mauerbogen von der Stärke eines Steines, und zwar:

A Zwei Schichten bei einer 1 Stein starken Laibung

B = = = = = $1^{1}/_{2}$ = = =

C = = = = = 2 = = =

D = = = = = $2^{1}/_{2}$ = = =

Fig. 164 sind Steinverbände zu Mauerbogen von $1^{1}/_{2}$ Stein Stärke, nämlich:

A Zwei Gewölbschichten bei einer 1 Stein breiten Laibung

B = = = = = $1^{1}/_{2}$ = = =

C = = = = = 2 = = =

D = = = = = $2^{1}/_{2}$ = = =

Fig. 165 Verbände zu 2 Stein starken Mauerbogen, als:

A Zwei Schichten bei einer $1^{1}/_{2}$ Stein breiten Laibung

B = = = = = 2 = = =

C = = = = = $2^{1}/_{2}$ = = =

Fig. 166 Verband für $2^{1}/_{2}$ Stein starke Bogen.

Zwei Steinschichten bei einer 2 Stein starken Laibung.

Fig. 167 Verband für $2^{1}/_{2}$ Stein starke Bogen.

Zwei Steinschichten bei einer $2^{1}/_{2}$ Stein breiten Laibung.

Fig 168 zeigt ein Fenster von 4 Fuß lichter Weite und 8 Fuß im Lichten hoch, in einer Mauer von $1^{1}/_{2}$ Stein Stärke. A ist die äußere Ansicht, B der mittlere Querdurchschnitt und C die innere Ansicht.

Um in der Frontansicht einen geraden Fenstersturz zu erhalten, wird außerhalb einen halben Stein dick scheitrecht, innerhalb aber nach einem flachen Kreisbogen gewölbt. Die scheitrecht eingelegten Steine greifen dabei in die Wölbung des flachen Bogens ein, von welchem sie gehalten werden. Das nach der Breite des Fensters eingelegte Brett a a, welches der S t e g genannt wird, dient für die Wölbung des scheitrechten Sturzes als Lehre und ist nur 5 Zoll breit. Behufs der Wölbung des innern Fensterbogens wird der Lehrbogen b etwa $1^{1}/_{2}$ bis 2 Zoll über die Unterkante des geraden Sturzes aufgestellt und sowohl dieser als der Steg durch das Brettstück c in der Mitte unterstützt. Auf dieser Stütze ist der Mittelpunct d, aus welchem der Lehrbogen beschrieben wird, genau bemerkt, daselbst ein Nagel eingeschlagen und an diesem eine Schnur befestigt, welche dem Maurer die Richtung der Fugen angiebt.

Fig. 169 zeigt die Construction eines Fenstersturzes, der sowohl innerhalb als außerhalb scheitrecht gewölbt ist. Bei A ist die äußere Ansicht, B der Durchschnitt durch die Mitte und C die innere Ansicht.

Diese Art der Fenstersturze sind bei gewöhnlichen Maßen eben so stark, wie die in Fig. 168 vorgestellten, und man gewinnt dabei den Vortheil, die Fensterzarge ohne die geringste Schwierigkeit einsetzen zu können, und ein besseres Ansehen, gleich als wenn der äußere und innere Sturz verschieden sind.

Fig. 170. Ein auf beiden Seiten scheitrechter Fenstersturz, in einer $2^1/_2$ Stein starken Mauer. A ist die äußere Ansicht, B der Durchschnitt, C die innere Ansicht.

Oberhalb des Sturzes ist durch den Vorsprung der Steine a b (in Fig. A und B) die Fensterbekrönung angegeben, welche beim Abputz der Mauerfronte, zugleich mit den übrigen Theilen der Fenstereinfassung, nach der Lehre in Putz gezogen wird.

Fig. 171 zeigt die Anordnung eines Fenstersturzes, wo die Seiteneinfassung und der Sturz aus Werkstücken bestehen. A ist die äußere Ansicht, B der Querdurchschnitt, C die innere Ansicht.

Der Sturz wird aus zwei übereinander gelegten Sandsteinstücken a und b gebildet, wovon das untere a an beiden Enden auf den ebenfalls aus Sandstein gefertigten Seiteneinfassungen c c aufliegt und mit diesen das Fenstergewände bildet. Das obere Stück b dient als Fenstergesims und wird von dem Steinhauer nach gegebener Chablone ausgearbeitet.

Ueber dem aus Hausteinen gefertigten Sturz ist der flache Ablastebogen d d in der Mauer eingewölbt, welcher bezweckt, den Sturz von der Last des Mauerwerks, welches darauf steht, zu befreien. Der übrige Theil des Mauerwerks ist scheitrecht überwölbt, damit auch im Innern ein gerader Fenstersturz entstehe.

Bei dem in Fig. 172 dargestellten Fenstersturze findet außerhalb ein scheitrechter, innerhalb aber ein flacher Kreisbogen statt, welcher letztere aber durch ein eingelegtes Bohlenstück gerade ausgeglichen wird. A ist die äußere Ansicht, B der Querschnitt und C die innere Ansicht. Der im Innern angebrachte flache Bogen muß so hoch über der Unterkante des äußern geraden Sturzes anfangen, daß nicht bloß ein hinreichend großer Fensteranschlag, sondern auch noch für das Bohlenstück a a Platz übrig bleibt, welches in einer Stärke von etwa 4 Zoll aus gesundem Eichenholze angefertigt und nach der Breite der Fensteröffnung eingesetzt wird. Die untere Ansicht dieses eingesetzten Bohlenstückes kann entweder gerohrt und geputzt werden, oder man kann darin eine Füllung anbringen, welche mit den an den Seiten befindlichen Fensterladen in Uebereinstimmung steht.

In den Figuren 173 bis 177 sind mehrere gute Mauerverbände für die abwechselnden Schichten bei Fensterstürzen angegeben.

Fig. 173 zeigt zwei Steinschichten zu einem $1\frac{1}{2}$ Stein starken Fenstersturze in einer Mauer von $1\frac{1}{2}$ Stein Stärke.

Fig. 174 zeigt zwei Steinschichten zu einem $1\frac{1}{2}$ Stein starken Sturz in einer 2 Stein starken Mauer.

Fig. 175 desgleichen zu einem 2 Stein starken Sturz, bei $2\frac{1}{2}$ Stein Mauerstärke.

Fig. 176 zeigt eine Steinconstruction zu einem Fenstersturz, der wie in Fig. 171 außerhalb aus Werkstücken und innerhalb aus einem scheitrechten Bogen besteht.

Fig. 177 zeigt 2 Gewölbeschichten zu einem Fenstersturz, wie er in Fig. 172 dargestellt war; nämlich außerhalb scheitrecht und innerhalb nach einem flachen Kreisbogen gewölbt, jedoch durch eingelegte eichene Bohlenstücke gerade ausgeglichen.

Fig. 178 bis 182 enthält in verschiedenen Ansichten die Anordnung bei Einwölbung von Rauchmänteln und bei der Mauerung der Küchenherde.

Fig. 178 ist die obere, Fig. 179 die vordere Ansicht eines Rauchmantels; Fig. 180 ist die Ansicht übereck parallel mit x y.

Unter dem Rauchmantel ist der Küchenherd h h besonders gezeichnet, welcher aus einem Tonnengewölbe besteht, dessen Hintermauerung oben wagerecht abgeglichen und dann mit Fliesen belegt wird. Die Steine sind dabei in Lehm zu vermauern, weil dieser dem Feuer besser als Kalkmörtel widersteht.

Fig. 181 ist der Durchschnitt nach der Richtung v w in Fig. 178, Fig. 182 ist der Grundriß der zugehörigen Küche nach einem halb so großen Maßstabe gezeichnet. Es ist angenommen, daß neben dem Küchenherde h eine Mauer a aufgeführt werde, worauf die Rauchfanghölzer ruhen. Wäre diese Mauer nicht vorhanden, so müßte das Rauchfangholz vermittelst eines eisernen Bolzens, der bei h (Fig. 180) durchgebolzt wird, an den Deckenbalken aufgehangen werden. Vorzüglich verhindert diese Mauer, daß durch häufiges Auf- und Zumachen der Küchenthür c (Fig. 182) ein Luftzug unter dem Rauchmantel entstehe, wodurch der Rauch in die Küche getrieben wird. Uebrigens versteht es sich von selbst, daß diese Anordnung nur in dem untersten Stockwerke, wo jene Mauer gehörig fundamentirt ist, zulässig sein kann; in den obern Stockwerken muß

man sich begnügen, das Rauchfangholz auf die gewöhnliche Art an den Balken aufzuhängen.

Die Lage, welche die Steinschichten erhalten müssen, erhellt aus den Zeichnungen. In untergeordneten Gebäuden pflegt man die Stürze von Lehmsteinen in Lehm zu wölben, sonst gewöhnlich von gebrannten Mauersteinen in Lehm gewölbt, bei sehr großen dergleichen Wölbungen pflegt man aber Kalkmörtel dazu zu nehmen, welcher die Steine fester zusammenhält und bei der größeren Entfernung vom Feuer eben auch nicht leidet.

Bei großen scheitrechten Wölbungen, z. B. bei Thorwegen, wenn sie nahe an die Frontecken der Gebäude kommen, pflegt man zur Tragung des Bogens, je nach der Stärke der Mauer, 2 bis 3 eiserne Stangen unterzulegen. Diese Tragestangen sind an jeder Seite mit Splinten versehen und bilden zugleich die Verankerung des Bogens; in der Mitte einer jeden Tragstange läßt man einen eisernen Bolzen senkrecht durch den Ablastebogen gehen, oben werden Splinte durchgeschoben, und dadurch wird bewirkt, daß der scheitrechte Bogen weder sich in der Mitte senken, noch der Anker wegen nach der Seite ausweichen kann.

Ist man in dem Falle, Säulen mit ihren Gebälken von Mauersteinen in Kalkmörtel anzufertigen, so richtet man senkrechte Eisenstangen auf, welche durch die Mitte der Säulen gehen und durch die ganze Höhe des Säulengebälkes reichen. Die Fig. 183 zeigt eine solche Anordnung für Werkstücke, welche mit der Construction in Mauerstein viel Aehnlichkeit hat.

Nachdem man die erwähnten senkrechten Stangen aufgerichtet hat, mauert man die Säulen von keilförmig geformten Steinen in wagerechten Schichten auf; legt alle 3 Fuß hoch kleine Kreuzanker ein, welche die Schichten zusammenhalten, und fährt so fort, bis man das Säulen-Capitäl aufgesetzt hat, welches entweder aus gebrannten eigens dazu geformten Mauersteinen oder aus Hausteinen besteht. Alsdann werden über die Säulen und unter den scheitrechten Bogen 2 bis 3 Zuganker B eingelegt. Ueber den Säulen werden nun die Widerlager der scheitrechten Bogen a b c d von Haustein aufgesetzt, über diesen die gekrümmten Zuganker g e e e e f gelegt und diese mit den untern geraden Ankern durch schräge Zugstangen nach der Richtung des Fugenschnittes verbunden. Ist dieses eiserne Gerüst aufgerichtet, so werden die scheitrechten Bogen eingewölbt. Nach diesem setzt man die aus Hausteinen bestehenden Wider-

lager efgh auf und wölbt dazwischen über den scheitrechten Bogen die Ablastebogen ein. Den Zwischenraum beider füllt man mit Mauerwerk.

Noch ist zu bemerken, daß, wenn Einfahrten mit vollen halben Bogen überwölbt werden, der innere Bogen flach werden muß, damit die Thorflügel geöffnet werden können, wie aus der Fig. 184 wahrzunehmen ist. Bei a ist der Anschlag im Grundrisse und bei bg und c im Aufrisse. Der Thorflügel kann daher nur bis zu der Linie ef geöffnet werden; soll er sich aber ganz, nämlich bis zu bg aufschlagen, so muß der Anschlag immer einen Bogen bilden, der durch den Punct g geht, und so entsteht der innere Bogen hik, der mit dem äußern bmn, wie in der Figur zu ersehen ist, verbunden werden muß.

Das Ueberwölben der Stürze wird nicht selten durch starke Hölzer ergänzt, es werden also statt dieser scheitrechten Bogen starke Bohlen angewendet, oder in Gegenden, in welchen die Sandsteine nicht selten sind, ganze Stürze von Sandsteinen über die Fenster und Thüren gelegt, wodurch man in vielen Fällen bei niedrigen Stockwerken etwas an der Höhe der Fenster gewinnt. Wenn nun schon oben bemerkt wurde, daß theils des bessern Ansehns wegen, theils der größern Dauer wegen als Hauptregel angenommen ist, daß, wenn ein Gebäude mehre Stockwerke hat, die Fenster und Thüröffnungen immer übereinander zu stehen kommen müssen, oder daß überhaupt nicht eine massive Mauer auf eine Oeffnung gesetzt werden soll. Bei breiten Hauptthüren oder Thorwegen ist es jedoch nich ganz zu vermeiden, daß, weil das Fenster über denselben schmäler ist als die darunter befindliche Thüre, ein Theil der obern breiter werdenden Schäfte auf die Thüröffnung zu ruhen kommen sollte. In diesem Falle muß besonders der innere Sturz der Thüren nicht zu flach und wenigstens 1 bis $1^1/_2$ Stein stark sein.

Ist dieses aber durch Nebenumstände nicht möglich, wenn nämlich die Haus- oder Einfahrtsthüren einen geraden Sturz haben sollten und die Oeffnung derselben bis nahe unter die Balken reicht, so muß, um den Sturz von der Last der darauf stehenden Mauer des folgenden Stockwerks zu befreien, ein zweiter Bogen, wie Fig. 185 zeigt, über den Sturz gespranzt werden, der bis 3 Zoll unter die Sohle des darauf zu stehen kommenden Fensters reichen kann. In diesem Falle muß aber, weil alsdann die Last der Balken und der Mauerlatte auf dem dazu zu schwachen Sturze de nicht ruhen kann, ein starkes Stück Holz gh quer über

die Flur gelegt werden, in welches man die Balken, wie aus der Figur erhellt, einläßt.

Bei Stockwerken von beträchtlicher Höhe, wo die auf der Oeffnung liegenden Gemäuer eine große Last bekommen, ist es gut, dergleichen Bogen sowohl über Fenstern als Thüren anzulegen. Die in den Scheidemauern anzubringenden Stubenthüren werden nach dem Zweck und der Beschaffenheit der Gebäude 3 bis $3^1/_2$, ja bis 5 Fuß breit und in den beiden letzten Fällen zweiflüglig gemacht. Die Höhe derselben wird am besten der doppelten Breite gleich gemacht.

Die Thüren werden während des Aufführens des Gemäuers in sogenannte Thürgerichte oder Blockzargen, welches 4 bis 5 Zoll starke, aus 9 bis 10 Zoll breitem Holze in der Größe der Thüröffnung angefertigte Rahmen sind, eingehangen. Die Thürzargen haben an den unteren oberen Querstücken vorragende Lappen m n Fig. 186, die entweder an den Seiten ausgehohlt oder mit angenagelten Latten versehen sind, damit die Steine so ausgehauen werden können, daß die Thürzarge nicht aus der Mauer ausgerissen werden kann.

Ueber die Thürzargen pflegt man jederzeit einen Bogen c d c von wenigstens einem halben Stein zu sprengen, damit bloß die Ausfüllung des Bogens, nicht aber die ganze Mauer auf das obere Stück m n der Zarge, das man den Ueberschweif nennt, drücke.

Diese Thürgerichte können jedoch sehr leicht durch die Schwere der Thüren locker werden; man wird daher besser thun, die Thürsäulen der Zarge bis in die über den Mauern gehenden Balken gehen zu lassen und sie ebenfalls in die unteren Balken einzustreifen, oder im Fall keine zu Grunde liegen, die Schwellenlappen sehr lang zu machen und so zu verfahren, wie in Fig. 187 gezeigt ist.

Nachdem die Zargen eingemauert sind, werden sie mit Verkleidungen versehen. Ein aus $^3/_4$ Zoll starken Brettern rein gearbeitete Zarge, die mit einer eichenen Schwelle h i Fig. 186 versehen ist, wird in die eingemauerte Zarge gestellt, welche mit Brettnägeln gut befestiget ist. An diese Zarge, wie auch an das Thürgericht, werden dann die äußern Verkleidungsstücke m n, Fig. 188 so angenagelt, daß sie zugleich den Thürpfalz bilden und daher in den Ecken nach der Gährung, d. i. unter dem 45. Grade zusammengeschnitten werden, worauf der Verputz mit dieser Verkleidung eben gezogen wird.

Sechste Abtheilung.

Von den Gewölben.

§. 165.

Unter Gewölbe versteht man allgemein jede Decke eines gegebenen Raumes, welche aus einzelnen Steinstücken — mit oder ohne Mörtel — so zusammengesetzt ist, daß die Fugen der einzelnen Steine, wenn man ihre Richtungslinien verlängert, sämmtlich durch den Mittelpunct derjenigen krummen Linie gehen, nach welcher das Gewölbe selbst gekrümmt ist.

Ist demnach der Bogen, den das Gewölbe beschreibt, ein Halbkreis, so gehen die Fugenschnitte nach dem Mittelpuncte dieses Halbkreises. Wäre das Gewölbe halbkugelförmig, so würden sämmtliche Fugenschnitte verlängert im Mittelpuncte dieser Halbkugel zusammentreffen u. s. w.; auch bei andern Krümmungslinien geht der Fugenschnitt eines jeden Gewölbes in der Verlängerung nach den jedesmaligen sogenannten Brennpuncten, aus denen die krumme Linie beschrieben ist, welche das Gewölbe bildet. Der höchste Punct eines Gewölbes oder Bogens heißt der Scheitel; die unteren Theile die Gewölbeschenkel oder Füße. Der Gewölbestein im Schlusse des Bogens heißt der Schlußstein. Die vordere Ansicht eines Bogens heißt die Stirnfläche. Die innere Wölbungsfläche die Laibung. Die auf beiden Seiten des Bogens befindlichen Mauern, worauf die Gewölbeschenkel gestützt sind, heißen die Widerlager und der oberste Theil eines Widerlagers, wo das Gewölbe anfängt, heißt der Kämpfer. Das Verhältniß der lichten Höhe eines Bogens zu seiner lichten Weite heißt die Spannung des Bogens.

Als man im Alterthume diese Art der Gewölbe noch nicht kannte, bildete man Decken aus Stein, welche aus wagerecht, quer über den

Raum gelegten großen Steinträgern bestanden, deren Zwischenräume man oberhalb wieder durch Steinstücke von geringerer Größe bedeckte, und so eine Eindeckung des Raumes bildete, wo die Trägersteine auf den Umfassungsmauern ruhten und sämmtliche Stoßfugen senkrecht waren.

War der zu bedeckende Raum zu breit, oder hatte man nicht so großes Gestein, um Träger von einer Mauer bis zur andern daraus bilden zu können, so stellte man Pfeiler oder Säulen im Innern des Raumes auf und lagerte hierauf die Trägersteine, worauf diese oberhalb mit kleineren Stücken wieder überdeckt wurden. Ganz so entstanden die Tempeldecken des Alterthums, deren mehr als 3000jährige Dauer, wie bei den ägyptischen Tempeln, genügend beweis't, daß diese Art der Deckung die festeste von allen ist.

Wollte man in damaliger Zeit einen großen Raum überdecken, ohne Pfeiler oder Säulen darin aufzustellen, so ließ man jede Steinschicht zweier einander gegenüber stehenden Mauern um ein Weniges vor der nächstunteren vorstehen, so daß der Raum nach oben hin immer enger wurde, bis die Oeffnung so klein geworden war, daß man sie mit einem Steine zudecken konnte. Man nennt dieses Vorstehen jeder nächstoberen Schicht Ueberkragung, und einzelne solche vorstehende Steine Tragsteine, auch Kragsteine.

Waren die Mauern gleichlaufend mit einander, so bildete sich eine gleichmäßig fortlaufende Decke, welche oben breit, nach unten spitz zulief.

War der Grundriß der Mauern ein Kreis, so bildete das Ganze einen nach oben zugespitzten Kegel, dessen Steinschichten allein wagerecht lagen, sich nach oben verengten und zuletzt mit einem ebenfalls wagerecht liegenden Steine, welcher die oberste Oeffnung schloß, bedeckt waren. — Solche Rundbauten, die man unter dem Namen der Thesauren (Schatzhäuser) kennt, sind bis 70 und mehreren Fußen lichtem Durchmesser vorhanden. — Hierbei sind die wagerechten Schichten so geschnitten, daß ihre Stoßfugen jedesmal nach dem Mittelpuncte des zugehörigen Kreises gehen, also in diesen Gebäuden die Erfindung des Fugenschnittes für aufrecht stehende Gewölbe schon sehr nahe lag.

So mußte man sich auch sehr bald überzeugen, daß, wenn die Ueberkragung nach einer einfachen geraden Linie — von großer Länge — geschah, diese gerade Linie leicht zusammenbrach, daß aber die Steine nach einer etwas gekrümmten Linie (im Spitzbogen) überkragt, viel mehr Standfähigkeit haben mußten. Man findet daher alle diese mit Ueber-

kragung gebildeten Decken des Alterthums nach einem mehr oder weniger steilen Spitzbogen gebildet, wobei aber die sämmtlichen Lagerfugen wagerecht, die sämmtlichen Stoßfugen senkrecht waren.

Dieses einfache System der Deckenbildung gewährte den Vortheil, daß bei der wagerechten Lagerung der Steine kein Seitenschub eintrat, sondern nur senkrechter Druck von oben stattfand. Man brauchte deshalb die Seitenmauern nicht zu verstärken, um irgend einem Seitenschube zu widerstehen, sondern man brauchte sie nur so stark zu machen, daß sie sich selbst zu tragen im Stande waren. — In diesem Systeme ist also kein Bestreben nach Bewegung, sondern das Ganze ist in immerwährender und vollkommener Ruhe und daher seine große Festigkeit und lange Dauer. Später hat man diese wagerechten Gewölbe durch kleinere Steinstücken nachzubilden versucht, so daß die untere Fläche des Gewölbes eine wagerechte oder sogenannte scheitrechte Linie bildet, und diese Gewölbe sind unter dem Namen scheitrechte Bögen bekannt. Das Verhältniß einzelner großer Steine, welche frei über einen gegebenen Raum liegend die Decke desselben bilden, ist gewöhnlich so, daß die Breite vier Theile, die Höhe fünf Theile enthält. — Haben solche Decksteine, außer ihrer eigenen, keine Last zu tragen, so können sie je nach ihrer Festigkeit sieben-, höchstens neunmal so weit frei liegen als sie hoch sind, bei oben erwähntem Verhältniß der Breite zur Höhe.

Sind sie dagegen belastet — wie z. B. die Architraven der Säulen durch Fries und Deckgesims — so können sie nur dreimal, höchstens fünfmal so weit frei liegen als sie hoch sind, je nach Verhältniß der Belastung und der eignen Festigkeit des Steines. Um einem über eine Oeffnung wagerecht liegenden Steine mehr Unterstützung zu geben, stellte man die beiden Steine, welche ihn trugen, nicht senkrecht, sondern man neigte sie so gegen einander, daß sie oben enger standen als unten und daß deshalb der Deckstein nicht so weit frei zu liegen kam, als er gelegen haben würde, wenn man die beiden Steinstützen senkrecht gestellt hätte. Hierdurch erhielt der wagerechte Stein um so mehr Tragbarkeit, als man die Stützen oberhalb gegen einander neigte.

War der Deckstein einer solchen Maueröffnung noch mit hohem Mauerwerk überdeckt, so mußte man ihm die Last abnehmen, welches dadurch geschah, daß man auf ihn zwei große Steine so im Dreieck aufrichtete, daß die Spitze des Dreiecks nach oben gerichtet war, wodurch der Druck der oberen Mauer von dem Decksteine ab nach der daneben befindlichen

Mauer und auf die Stützen des Decksteins geleitet wurde. Eine solche Anordnung findet man an dem antiken Stadtthore zu Mycene und an den Eingängen der ägyptischen Pyramiden.

§. 166.

Gewölbe aus einzelnen Steinen so gebildet, daß die Deckenfläche eine gekrümmte Linie macht, und daß die Fugenschnitte nach einem oder mehreren Mittelpuncten der krummen Linie gehen, welche die Decke selbst beschreibt.

Hierbei können folgende Fälle eintreten: Entweder die Gewölbelinie ist eine stetige Linie, die ohne Knick von einem Puncte ihres Auflagers zum andern geht, wie der Halbkreis, der flache Kreisbogen, die Ellipse ꝛc. Oder die Gewölbelinie ist keine stetige Linie, sondern eine gebrochene — die also einen Knick hat — wie bei einem Spitzbogen. In allen diesen Fällen geht der Fugenschnitt verlängert nach den Mittelpuncten (Brennpunkten) derjenigen krummen Linien, nach welchen das Gewölbe selbst sich biegt. Bei solchen Gewölben kann nun auch noch der Unterschied eintreten, daß ihre einzelnen Steine durch Mörtel verbunden sind oder nicht.

Sind die einzelnen Steine durch Mörtel verbunden, so bilden solche Gewölbe, so lange der Mörtel nicht getrocknet ist, eine nach Bewegung strebende Masse, weil die einzelnen Theile das Bestreben haben, dem senkrechten Drucke, als einem Schube nach der Seite zu folgen. Dieses Bestreben nach Bewegung, namentlich der Seitenschub, hört aber allmählich auf, so wie der Mörtel eintrocknet, weil das Gewölbe dadurch immer mehr zu einer zusammenhängenden Masse wird. Das Bestreben nach Bewegung wird aber ganz aufhören, wenn der Mörtel völlig ausgetrocknet ist, denn dann ist das ganze Gewölbe gleichsam wie ein einziger ausgehöhlter Stein zu betrachten, der gar keinen Seitenschub mehr ausübt, sondern nur einen senkrechten Druck auf die Mauern, worauf das Gewölbe steht. So lange der Mörtel in diesem Zustande vollkommener Erhärtung bleibt, wird demnach kein Seitenschub stattfinden; machen ihn aber äußere Einwirkungen, z. B. Nässe wieder weich, so ist das Bestreben nach Bewegung wieder vorhanden. Es müssen daher alle derartigen Gewölbe vor eindringender Nässe geschützt werden.

Verwendet man Steine von solcher Größe und Schwere, daß sie auf keine Weise mehr durch irgend einen Mörtel zusammengehalten werden

können, weil die Last der einzelnen Steine zu groß ist, so muß die Haltbarkeit des Gewölbes lediglich nur durch den Fugenschnitt hergestellt werden. Durch diesen hält sich ein Stein so auf dem andern, daß er nicht herausgleiten kann, und durch Einlegung des obersten oder Schlußsteines wird eine so vollständige Zusammenpressung hervorgebracht, daß das Ganze auch ohne Mörtelverbindung haltbar wird. In einem solchen Gewölbe ohne Mörtel behält aber jeder einzelne Stein ein immerwährendes Bestreben nach Bewegung. Der Seitenschub hört also nie auf, und man muß ihm daher für immer entgegen wirken, damit das Gewölbe nicht die Mauern umschiebe, auf denen es ruht.

Gewölbe, welche man ohne Mörtel aus großen Schnittsteinen fertigt, muß man, namentlich in rauhen Gegenden, von außen gegen das Eindringen der Nässe schützen, denn wenn in die Fugen Wasser eindringt und friert, so dehnt es sich aus und sprengt selbst die stärksten Gewölbe. Dieses Umstandes wegen pflegt man die Fugen von Schnittsteingewölben mit wasserdichten Mörteln von obenher auszufüllen, oder die ganze obere Fläche des Gewölbes mit einem wasserdichten Mörtelgusse zu überziehen.

Gewölbe von Gußwerk. Zur Herstellung derselben wird ein Gemisch von einzelnen leichten Steinbrocken mit Mörtel vermischt (Béton) auf eine hölzerne Verschalung, welche nach oben die Form des Gewölbes hat, gegossen. Je nach der Größe des Gewölbes erhält der Guß eine bestimmte Dicke. Ist dieser Guß erhärtet, so ist das Gewölbe fertig und die darunter befindliche Holzschalung wird nachher weggenommen. Da zur Vereinigung des Ganzen eine große Masse Mörtel gehört, so verlangt diese Art der Anfertigung die meiste Zeit zum Trocknen; und es ist begreiflich, daß, wenn das Mischungsmaterial, welches dem Mörtel zugesetzt wird, sehr leicht ist, dadurch Gewölbe entstehen müssen, welche viel leichter sind als Gewölbe von gebrannten Mauersteinen, und auch um vieles leichter als solche von Hau- oder Schnittsteinen. Zur Hervorbringung der größten Leichtigkeit der Gewölbe hat man sich gewöhnlich leichter Steinarten, wie Bimsstein, Tuff u. s. w. bedient. Auch hat man eigens dazu geformte hohle Steine und Töpfe verwendet und sie mit Mörtel vergossen.

Bei sehr großen Gewölben hat man auch einzelne Bogen (sogenannte Gurten) von gebrannten Mauersteinen gespannt; dazwischen Quergurten in bestimmten Entfernungen eingewölbt, so daß hohle, kastenartige Oeffnungen in der Gewölbedecke entstanden. Diese Räume füllte man dann

mit leichtem Gußwerk aus, wodurch das Gewölbe um so viel leichter wurde, je größer verhältnißmäßig die hohlen Räume waren. Dadurch wurde zugleich erlangt, daß die Gußmasse beim Trocknen weniger Risse bekam, als wenn man die ganze große Fläche nur aus Gußwerk gefertigt hätte. Ist ein solches Gewölbe gehörig ausgetrocknet, so bildet es nur einen einzigen Deckstein, welcher keinen Seitenschub, sondern nur einen senkrechten Druck ausübt. Bei diesen Gewölben hat man aber die Vorsicht anzuwenden, daß der Guß nicht durch aufgesogene Nässe wieder erweiche. Es ist daher zweckmäßig, dabei einen wasserdichten (hydraulischen) Mörtel anzuwenden, weil dieser der Nässe widersteht und schnell trocknet, wodurch das Gewölbe sich in kürzerer Zeit zu einer Masse verbindet. Bei Anwendung des Wassermörtels oder Cementes ist aber auch, wegen des schnellen Erhärtens dieses Mörtels, doppelte Vorsicht nöthig.

Werden die bereits angeführten Gewölbearten mit einander verglichen, so ergiebt sich, wenn man die aus großen wagerecht liegenden Steinen bestehenden Decken mit zu den Gewölben rechnet: daß diese unter allen die einfachsten und festesten, aber auch wegen der großen Steinmassen und wegen der vielen senkrechten Unterstützungen an Säulen, Pfeilern und dergl. die theuersten sind.

Mit dieser Anordnung kann man aber nicht beliebig große Räume ohne Unterstützung überspannnen, auch gewähren sie außerdem wegen ihrer Anordnung und weil ihre Stützen keine sehr große Höhe erlauben, nur geringe Höhe des überdeckten Raumes, folglich auch keinen so erhebenden Anblick, als die den Raum frei überspannenden Gewölbe. Uebrigens üben sie keinen Seitenschub.

Gewölbe mit Fugenschnitt, nach irgend einer gekrümmten Linie von Hausteinen ohne Mörtel aufgeführt, erfordern eine sorgfältige Bearbeitung und starke Unterstützungsmauern, weil jeder einzelne Stein vermöge seiner schiefen Lage und seines Fugenschnittes ein immerwährendes Bestreben zur Bewegung hat, also der Seitenschub immerwährend vorhanden ist.

Die Gewölbe von gebrannten Steinen mit Mörtel verbunden erhärten zu einer Masse und üben im erhärteten Zustande keinen Seitenschub auf ihre Unterstützungsmauern, können also auch nach Verhältniß schwächer sein, wodurch sie zugleich leichter werden. Während der Zeit, da sie naß sind, könnte man den Seitenschub dadurch aufheben, daß man sie mit eisernen Ankern so lange zusammenhielte, bis sie ausgetrocknet wären. Nach der Austrocknung könnte man die Anker wieder entfernen.

Jeder Anker müßte hierbei aus 3 Stücken bestehen; die beiden Endstücken würden vermauert, das Mittelstück würde nur so lange dazwischen geschraubt, bis das Gewölbe ausgetrocknet ist; dann wird der Mittelanker, weil der Seitenschub aufgehört hat, wieder entfernt.

Gewölbe in Gußwerk sind die leichtesten; sie üben darum nur einen geringen Seitenschub und erfordern daher auch schwächere Unterstützungsmauern als die früheren, weil sie zugleich zu einer festen Masse erhärten. Um nun möglichst schwache Unterstützungsmauern zu erhalten, könnte man eiserne Zuganker so lange einlegen, bis die Gewölbe erhärtet sind, und nach der Erhärtung die Zuganker wieder entfernen. Hieraus ergiebt sich, daß die aus Ziegeln mit Mörtel aufgeführten Gewölbe oder die von Gußwerk für die meisten Zwecke die besseren sind, da dieselben, wenn sie ausgetrocknet sind, keinen Seitenschub ausüben und überdies wohlfeiler zu stehen kommen, als Gewölbe von Schnittsteinen ohne Mörtel.

Durch Betrachtung der steinernen Ueberdeckungen von Maueröffnungen, welche Fig. 189 bis 192 vorgestellt sind, ergiebt sich, wie man nach und nach zum Fugenschnitte gelangte. Fig. 189 zeigt eine wagerechte Decke. Denkt man sich den Deckstein in der Mitte durchschnitten, so wird er sich nur im Gleichgewicht erhalten können, wenn er so weit über den Deckpunct A hinausgeschoben wird, bis er um eben so viel nach links wie nach rechts steht; oder man muß in B eine Aufmauerung herstellen, welche ihn im Gleichgewicht hält. In beiden Fällen aber wird er nicht die geringste Last zu tragen im Stande sein.

Fig. 190 zeigt eine Bedeckung durch Ueberkragung der einzelnen Steine.

Fig. 191 eine eben solche durch zwei schräg gegen einander gestellte Steine, wobei ein Fugenschnitt nach einem gemeinschaftlichen Mittelpuncte stattfindet.

Fig. 192 endlich bedarf in den drei Stücken MN, NO und OP schon eines vollständigen Fugenschnittes nach dem Puncte C, wenn die einzelnen Stücken einander stützen und tragen sollen.

§. 167.

Gewölblinien.

Man versteht bekanntlich darunter jede gekrümmte Linie, nach welcher eine Gewölbfläche gebogen und die Fugenschnitte angeordnet sind.

In Hinsicht der Wölbungslinien kommen folgende Gewölbe vor:

A. Gerade Gewölbe, die jedoch nur in kleinen Dimensionen vorkommen.

B. Gewölbe im vollen Halbzirkel.

C. Verdrückte Bogen, d. h. solche, wenn ein Bogen weniger als die Hälfte des Durchmessers zur Höhe hat, also entweder ein Kreissegment oder eine andere Curve ist.

D. Ueberhöhte Bogen, d. h. solche, deren Höhe größer als ihr Durchmesser ist, und gewöhnlich nach alliptischen, hyperbolischen oder parabolischen Linien oder aus Zusammensetzung von Kreissegmenten construirt sind.

E. Bogen mit ungleichen Höhen, schräge Bogen, verschobene Gewölbe.

Ferner unterscheiden sich die Gewölbe wieder in der Art ihrer Verbindung und Zusammensetzung und man hat

a) einfache Gewölbe, die bloß nach einem Bogen fortlaufen, als z. B. die Tonnengewölbe.

b) Zusammengesetzte Gewölbe, als Kreuzgewölbe, und diese sind nun wieder

1) reguläre, oder

2) irreguläre Gewölbe.

Nach diesen Unterscheidungen sind nun die Gewölbe nach ihren besonderen Namen, den man ihnen gegeben hat:

Huf- oder Tonnengewölbe,

Kreuzgewölbe,

Böhmische Gewölbe,

Kuppelgewölbe,

Kappengewölbe,

Babylonische Gewölbe,

Gothische Gewölbe.

Der Halbkreis ist wahrscheinlich diejenige Linie gewesen, nach welcher man zuerst Wölbungen auszuführen suchte, und zwar aus doppelten Gründen:

1) war man mit dem Fugenschnitte desselben schon durch die zitternde Grundrißform z. B. der Schatzhäuser bekannt geworden; 2) spricht die im Alterthume fast ausschließliche Anwendung des Halbkreises und der Kreislinie dafür, daß sie die ersten waren, welche angewendet wurden,

obgleich man auch den Spitzbogen und andere Bogenlinien frühzeitig angewendet findet.

Die Gewohnheit des Alterthums mit großen Quadern — Hausteinen, Schnittsteinen — zu bauen, mochte die Veranlassung sein, daß man die ersten Gewölbe ohne Mörtel errichtete.

Als man zunächst im Stande war, eine große Oeffnung in einer Mauer zu überwölben, woraus der sogenannte Gurtbogen entstand, versuchte man ein solches Gewölbe zu verlängern und so das sogenannte Tonnengewölbe zu bilden, welches einen halben Cylinder formirt. Aus der rechtwinkeligen Durchschneidung zweier Tonnengewölbe ergab sich die sogenannte Kreuzkappe, und aus der Ueberwölbung eines kreisrunden Raumes, oder aus der Umdrehung eines Viertelkreises um seine Axe, das Halbkugelgewölbe oder die sogenannte Kuppel.

Diese Bogenlinie hatte außerdem den Vortheil, daß man damit sehr große Räume überspannen konnte. Der flache Bogen, oder nur ein Stück eines Halbkreises, wurde als Gewölblinie bloß dann angewendet, wenn der höhere Halbkreis aus Mangel an Höhe nicht angewendet werden konnte. Unter diesen Umständen entstand das sogenannte Kappengewölbe. Dieses ist zwar im Ganzen weniger fest als das Gewölbe im Halbkreise, und kann auch nur bei geringen Dimensionen angewendet werden; in der neuern Zeit hat es jedoch seiner Wohlfeilheit wegen fast alle anderen Arten von Gewölben für die gewöhnlichen Fälle verdrängt.

Besteht die Gewölblinie aus zwei sich oberhalb schneidenden Kreisstücken, so entsteht der sogenannte Spitzbogen oder das altdeutsche Gewölbe.

Hängt man eine Kette an ihren beiden Endpuncten auf und zeichnet die Linie vor, welche sie in diesem Zustande des Hängens beschreibt, so erhält man eine Kettenlinie. Denkt man sich diese Kettenlinie aufrecht gestellt und nach dem zugehörigen Fugenschnitte ein Gewölbe construirt, so entsteht ein Gewölbe nach der Kettenlinie.

Außer diesen üblichen Gewölblinien bedient man sich noch der sogenannten Korblinie und zuweilen der Parabel.

Bei der Wahl der Gewölblinien kommt es für die bequeme Anwendung bei der Ausführung besonders darauf an, daß die Fugenschnitte möglichst gleichförmig laufen, die einzelnen Steine also möglichst alle eine gleiche Gestalt erhalten können. Diesen Vortheil gewähren der Halbkreis und der ganze Kreis, das Kreisstück und der Spitzbogen

als Gewölbelinien. — Aus je mehr Mittelpuncten eine Gewölbelinie gezogen ist, um so abwechselnder wird die Form der einzelnen Steinstücke und um so schwieriger und verwickelter die Ausführung.

§. 168.

Construction der Gewölbelinien für die Ausführung.

1) Der Halbkreis und der Kreis werden von den Praktikern so gezeichnet, daß man auf einem Bretterboden für den Mittelpunct einen Nagel einschlägt, um denselben einen Faden so schwingt, daß dieser sich frei um den Nagel drehen kann, daß man, wenn die Länge des Halbmessers gegeben ist, an diesem Puncte einen Bleistift rc. senkrecht anhält und so durch Bewegung des Bleistiftes um den Nagel von einem Anfangspuncte des Halbkreises oder Kreises die verlangte Figur beschreibt.

2) Der flache Bogen (Stichbogen) wird gezeichnet, wenn man Fig. 193 zwei Brettstücken rechtwinkelig gegen einander befestigt. Trägt dann die gegebene Länge des Bogens (die Sehne des Kreisstückes) von M nach N. Trägt hierauf rechtwinkelig die gegebene Höhe des Bogens von R nach Q und verlängert diese willkührlich. Dann nimmt man eine Schnur mit einem daran befestigten Bleistift rc. und sucht in der senkrechten Linie (durch Probiren) den Punct (P), aus welchem man mit der bis M und N ausgespannten Schnur auch den oberen Punct Q berührt. Hat man auf diese Art den Punct P gefunden, so zieht man den Bogen MQN und somit ist die Aufgabe gelös't.

3) Der elliptische Bogen wird gezeichnet, indem man wie in Fig. 194 auf einem wagerechten Brette AB ein senkrechtes Brett anlegt. Auf dem wagerechten Brette zieht man die Linie CC′ so lang — als die gebene Länge (die große Axe) der Ellipse ist; auf dem Mittelpuncte D dieser Linie errichtet man eine Senkrechte, beliebig lang, und steckt darauf das Maß der halben Höhe der Ellipse (der halben kleinen Axe) DE ab. Dann trägt man die Länge der halben großen Axe CD von E nach F und F′. In die Puncte EFF′ schlägt man Nägel ein und spannt eine Schnur fest um diese drei Nägel. Dann zieht man den Nagel bei E aus, steckt einen Bleistift senkrecht auf E und bewegt diesen Bleistift immer senkrecht nach C und C′ hin, so wird sich die elliptische Linie CEC′ ergeben. Das Dreieck FGF′ stellt die Fig. vor, wenn der Bleistift G erreicht hat. Die stärkeren Linien FG, GF′, FF′ zeigen die Ausspannung des Fadens für diesen Fall.

Die so erhaltene Linie bildet eine vollkommene, halbe Ellipse. Will man die ganze Ellipse beschreiben, so darf man nur dieselbe Zeichnung unterhalb der Linie CC′ wiederholen.

An der Linie CEGC′ sieht man über einander greifende Brettstücken gezeichnet, welche in zwei Lagen über einander dargestellt sind. Die punctirten Linien zeigen die unterste Lage an, die ausgezeichneten Linien die obere Brettlage, so daß, wenn man sich diese Brettstücken zusammengenagelt denkt, ein Bogen von Holz entsteht, welchen man einen Lehrbogen nennt, weil er gleichsam durch Vorschreibung der Wölbungslinie lehrt, wie sie gewölbt werden soll, wenn man sich diesen hölzernen Bogen senkrecht auf die Oeffnung gestellt denkt, über welche der Gewölbebogen gespannt werden soll.

4) Praktiker pflegen den elliptischen Bogen sehr oft nach folgender, zwar nicht mathematisch genauen, in der Praxis aber vollkommen genauen Methode zu verzeichnen. Fig. 195 ist AB die lange Axe, M der Mittelpunct derselben; auf ihm errichtet man eine Senkrechte und trägt die Höhe des Bogens (die halbe kleine Axe) von M nach D. Dann setzt man MD von A nach E und von B nach E′, theilt EM und E′M jedes in drei gleiche Theile und setzt einen dieser Theile (den vierten) von E nach F und von E nach F′, so entstehen in FF′ die Brennpuncte der Ellipse. Ferner faßt man EF in den Zirkel und beschreibt aus F und F′ Kreuzbogen in G, zieht dann aus G durch F und F′ beliebig lange Linien und beschreibt aus F mit AF die Bogen AH und IB, und mit GH aus G den Bogen HDL, so ist die Aufgabe gelöst.

5) Einen Korbbogen Fig. 196 zu zeichnen, stecke man auf der langen Axe AB ein beliebiges Stück BG = AF ab, setze diese Länge von C nach D und ziehe DF; halbire diese Linie in E und ziehe die senkrechte EH, bis sie CM in H schneidet; dann ziehe durch HF und HG die Linien HFI und HGK, beschreibe aus F den Bogen AI und aus G den Bogen BK, so wie aus H den Bogen ICK.

Das Stück AF = GB muß jedoch immer kleiner genommen werden, als die Höhe CM war.

6) Einen spitzen Bogen Fig. 197 zu zeichnen, der so hoch als breit werden soll, nehme man die Linie AB in den Zirkel und beschreibe aus A den Bogen BD und aus B den Bogen AD.

Soll der Bogen nur bis E reichen, so zieht man aus E die Linie BE, halbirt sie in a, errichtet in a eine Senkrechte und verlängert dieselbe,

bis sie die Linie AB in F schneidet, so ist F der Mittelpunct für das Kreisstück EB; trägt man IF von I nach G, so ist eben so G der Mittelpunct für das Kreisstück EA. Eben so würde man die Mittelpuncte H und K für einen Spitzbogen finden, dessen Grundlinie AB und dessen Höhe GI wäre u. s. w. für jede beliebige Höhe und Breite desselben, sobald er aus reinen Kreisstücken besteht.

7) Ein gedrückter Bogen (aus zwei sich schneidenden Viertelellipsen gebildet) entsteht Fig. 198 und 199, wenn man die Mittelpuncte NN′ der halben Ellipse beliebig weit vom Mittelpuncte M der gedrückten Ellipse entfernt, sonst aber wie bei Fig. 195 verfährt.

8) Verwandlung einer Bogenlinie in eine flachere oder steilere. Gesetzt, ein Halbkreis Fig. 199 A wäre gegeben und man wollte ihn in einen Halbkreis Fig. 199 B verwandeln, welcher mit dem vorigen zwar gleiche Höhe, aber eine ungleiche Grundlinie hätte (hier eine längere), so theile man in dem gegebenen Halbkreise Fig. 199 A die Grundlinie AB in eine beliebige Anzahl gleicher Theile (hier in sechs), errichte dann aus den Theilpuncten abcd senkrechte Linien, welche bis an den Umkreis des Halbkreises reichen; dann theile man die Grundlinie des gedrückten Bogens Fig. 199 B in eben so viele gleiche Theile (hier in sechs), errichte auf den Durchschnittspuncten willkührlich lange senkrechte Linien und trage dann von der Grundlinie AB Fig. 120 A nach und nach die Längen ae, cf, MC, gc, dh auf die senkrechten Linien (in Fig. 199 B) ae, cf, MC, gc, dh, und verbinde die gefundenen Puncte e, f, g, h auch AC und B durch die aus freier Hand gezogene Bogenlinie AefCghB, so erhält man eine krumme Linie, deren Höhenpuncte mit den Höhenpuncten des Umkreises in Fig. 199 A zusammenfallen.

Es ist einleuchtend, daß in je mehr Theile man die Grundlinie AB theilt, um so leichter wird man auch die Bogenlinie in Fig. 199 B bestimmen können. Auch würde man bei gleicher Höhe CM der Fig. 199 B eine Grundlinie geben können, welche kleiner als die Grundlinie AB in Fig. 199 A gewesen wäre, woraus man einen Bogen erhalten hätte, der höher als lang geworden wäre.

9) Um einen steigenden Bogen Fig. 200 zu zeichnen, bestimme man erst auf der horizontalen AB die Neigung der steigenden Linie AC, bis dahin, wo die senkrechte BC dieselbe schneidet. Dann errichte man in der Mitte von AB bei N die Senkrechte NMD und mache DM =

AM = MC. Hierauf fälle man im rechten Winkel von D aus die Linie DG auf AC und verlängere DG, bis sie AB in F schneidet, so ist F der Mittelpunct des Kreisstückes AD. Ferner ziehe man CE parallel mit AB, so giebt E den Mittelpunct des Kreisstückes DC und der steigende Bogen ADG ist gezeichnet.

10) Eine zweite Art, den steigenden Bogen zu zeichnen, stellt Fig. 201 dar. Nach dieser Art verfahren gewöhnlich die Maurer, wenn sie steigende Bogen, z. B. bei gewölbten Treppen, anfertigen.

Auf der gegebenen horizontalen Entfernung AB beschreibe man aus dem Mittelpuncte derselben N den Halbkreis AEB, errichte dann in den beliebig gewählten Puncten a, b, c, d, e, f, g die Perpendikel ax, by, cz, NE, dα, eβ, fγ, gδ, bis an die Peripherie des Halbkreises und darüber hinaus. Dann bestimme man die Neigung der schrägen Linie AC, und ziehe sie von A aus so lang, bis sie in C durch die in B errichtete Senkrechte BC getroffen wird. Nun mache man die Senkrechte MD = EN, ferner setze man ax von h bis p, by von i bis q, cz von k bis r, dα von l bis s, eβ von m bis t, fγ von n bis u, und gδ von o bis v, bezeichne überall die Höhenpuncte und ziehe dann aus freier Hand mit Bleistift die steigende Bogenlinie ApqrDstuvC.

Diese Linie ist einsichtlich wie in 8) durch Verwandlung des Halbkreises in einen steigenden Bogen erfolgt. Jemehr man Senkrechte auf AB annimmt, desto genauer wird die steigende Linie und desto bequemer läßt sie sich aus freier Hand zeichnen. Auch ist es nicht nothwendig, die Senkrechten auf der Linie AB in unter sich gleichen Abständen zu wählen, vielmehr kann man die Entstehungspuncte a, b, c dieser Senkrechten wählen wie man will, und wie es für die Zeichnung der krummen steigenden Linie am angemessensten scheint.

11) Eine dritte Art steigende Bogen zu zeichnen, zeigen Fig. 202 und 203; nachdem man Fig. 202 die Neigung der steigenden Linie AC durch das rechtwinklige Dreieck ACB bestimmt hat, halbire man AB in N und errichte die beliebig lange NMD in N, so ist M zugleich der Mittelpunct von AC. Hierauf zeichne man sich Fig. 203 auf der Linie AB, welche mit AB Fig. 202 von gleicher Länge ist, einen Halbkreis ADB. In diesem Halbkreise ziehe man die Linien abc, def, ghi, in unter sich gleichen oder ungleichen Abständen, aber parallel mit AB, bis sie die Peripherie des Halbkreises berühren. Ferner trage man die Abstände Mb, be, eh, hD aus Fig. 203 auf die Linie MD in

Fig. 202 ab, ziehe daselbst mit AC parallel durch b, e, h die beliebig langen Linien abc, def, ghi, mache dann ba und bc in Fig. 203 = ba und bc in Fig. 202 u. s. w., und ziehe durch die so erhaltenen Durchschnittspuncte aus freier Hand die steigende Bogenlinie AadgDife, so ist die Aufgabe gelös't.

12) Eine Kettenlinie zu zeichnen. Fig. 204. Zuerst bestimme man an einer senkrechten Holzschalung die wagerechte Länge AB, welche die Breite des Bogens bezeichnet, den die Kettenlinie erhalten soll. In der Mitte dieser wagerechten Linie fällt man eine senkrechte beliebig lange Linie C nach unten und steckt auf dieser die verlangte Höhe des Kettenbogens ab. Dann hängt man eine eiserne Kette an den Endpuncten A und B der wagerechten Linie so auf, daß die Kette auch den untersten Punct C der senkrechten Linie berührt, welcher die Höhe des Bogens bezeichnet. Dann zieht man aus freier Hand die Linie nach der Lage der Kette und schneidet den Lehrbogen darnach aus. Da die Kette eine bestimmte Breite hat, so hängt man sie am besten so, daß sie den Kettenbogen im Lichten gemessen einschließt, weil sonst die Linie größer oder kleiner als die vorgeschriebenen Abmessungen werden würde.

§. 169.

Von der Stärke der verschiedenen Gewölbtheile.

Bei dem Bau der Gewölbe kommen verschiedene Theile in Betracht, von denen sofort das Wissenswertheste näher erörtert werden soll. Fig. 205 ist abcde der Oberbogen, fgh der Unterbogen, cg der Schlußstein des Gewölbes. Die übrigen Steine zu beiden Seiten des Bogens heißen Keile, weil sie keilförmig gehauen werden müssen. Die geraden Linien, nach welchen die Keile gehauen werden und auf einander liegen, heißen Ruhelehnen; ik sind die Kämpfer oder die Steine, auf welchen das Gewölbe ruht; lm die Pfeiler oder Widerlager, die das Gewölbe tragen und unterstützen.

Diejenigen Stücke nun, worauf es bei dem Bau der Gewölbe hauptsächlich ankommt, sind

a) die Bestimmung der Dicke und Figur des Gewölbebogens;

b) die Figur der Gewölbsteine;

c) die Dicke der Widerlager.

Diese Bestimmungen sind als die wesentlichsten zu betrachten, wobei vorauszusetzen ist, daß die Steine fest und dauerhaft sind, und der Kalk

oder vielmehr der Mörtel gut binde; denn wenn die Steine zerbrechlich sind oder Risse haben, wenn der Kalk abbröckelt und aus den Fugen fällt, so müssen sich die Gewölbe zusammendrücken und aus ihrer Form geben, wodurch sie gefährlich werden müssen.

Jemehr ein Gewölbe sich den Kämpfern nähert, d. h. je gedrückter seine Wölbungslinie ist, einen desto stärkeren Druck übt es aus; daher geben die geraden oder scheitrechten Bogen den stärksten Druck auf die Widerlager, die gedrückten einen geringern, und so wird der Druck immer geringer werden, je weniger das Gewölbe gedrückt ist, oder je weiter sich der Schlußstein von seinen Widerlagern entfernt.

Bei halbkreisförmigen Gewölben nimmt demnach dieser Druck noch mehr ab, und sind sie noch höher und spitziger, so wird auch der Druck gegen die Widerlager immer schwächer, bis sie endlich, wenn sie gleichsam vertical auf den Widerlagern stehen, gar keinen Seitendruck mehr ausüben können. Ueberhaupt wirkt bei jedem Gewölbe der Seitenschub nach der Richtung derjenigen Tangente, welche man auf dem Halbmesser des Fugenschnittes zieht. Bildet die Tangente eine Perpendiculare auf die Grundlinie des Bogens, so ist kein Seitenschub, sondern bloß senkrechter Druck vorhanden; bildet die Tangente eine Horizontale, folglich mit der Grundlinie Parallele, was nur bei der Tangente im Scheitel eines Gewölbes der Fall ist, so ist der Seitenschub auf diesem Puncte am größten.

Betrachten wir die Fig. 206, so ist O der Mittelpunct des Viertelkreises, in welchem die beiden Gewölbesteine A und B liegen; b O ist die Mittellinie des Steines A, d O die Mittellinie des Steines B, a c ist eine Tangente auf b O, c e ein Tangente auf d O.

Die Tagente a c nähert sich einer lothrechten Linie mehr als die Tangente c e, und es übt daher der Stein A einen geringeren Seitenschub aus, als der Stein B. So werden auch alle noch bis zur Mitte des Bogens gehende, hier nicht gezeichnete Steine einen um so größern Seitenschub ausüben, jemehr ihre Tangenten sich der wagerechten Linie nähern, welches im Schlußsteine vollständig der Fall ist. Je steiler also ein Gewölbebogen an sich ist und jemehr folglich die Tangenten der Lothrechten sich nähern, um so geringer wird folglich der Seitenschub sein. Und umgekehrt wird bei einem flachen Bogen die größere Anzahl Tangenten sich mehr der wagerechten Linie nähern. Hieraus folgt, daß der Seitenschub eines flachen Gewölbes größer als der eines steilen, über-

höhten und gothischen, und der Seitenschub eines sogenannten scheitrechten Bogens am größten sein wird.

§. 170.

Um die Dicke eines Gewölbes zu bestimmen, untersuche man zuerst, an welchem Orte der gegebene Bogen die größte Schwäche äußert, d. h. an welcher Stelle er das größte Bestreben zu brechen hat. Läuft bei einem berstenden Bogen der Riß senkrecht durch den Bogen, so wird ihn der anstoßende Theil unterstützen und den Einsturz verhindern, in jedem andern Falle wird er den Einsturz zur Folge haben. Zieht man durch den Bogen ofs Fig. 207 mehrere senkrechte Linien, so werden dieselben wie fn immer kleiner, je weiter sie von ac entfernt sind, bis sie in om am kleinsten geworden sind. Der oberste Theil des Bogens am Schlußsteine ist demnach der schwächste Ort des Gewölbes. Bei fn beginnt die Schwäche des Bogens und von f nach a nimmt die Stärke des Bogens von Punct zu Punct zu. Man kann daher den Theil fol des Bogens die Schwäche des Bogens nennen.

Alle Last, deren Druck dem Bogen Gefahr droht und die Gewölbesteine zu sprengen sucht, und der der Bogen bloß durch seine Dicke widersteht, und die von den beiden Perpendikeln fn und zy′ eingeschlossen ist, wenn er nicht bersten soll, ruht auf dieser Schwäche des Bogens. Wäre nun in o eine Last auf den Bogen gesetzt, die etwas schwerer wäre, als sie die Bogen- oder Steindicke mo zu tragen vermöchte, so würde der Bogen bis f und l eingedrückt werden und herabfallen.

Um die Breite dieser Schwäche bei allen Bogen zu finden, ziehe man von a nach m eine gerade Linie, theile sie in zwei gleiche Theile und errichte in der Mitte x ein Perpendikel, wo dieses oben an den Bogen anstößt, da wird die Schwäche des Bogens angehen. Soll nun der Einsturz eines Gewölbes vermieden werden, so muß der Bogen, so weit seine Schwäche reicht, eine solche Stärke oder Dicke erhalten, die von der darauf ruhenden Last nicht kann zerbrochen werden, sondern derselben widerstehen kann. In der Ausübung bedient man sich zur Auffindung der Stärke der Gewölbe folgender Regeln:

Sind die Gewölbe durchweg gleich stark, so braucht ein freistehender Bogen, wenn er sich ohne Bindemittel halten soll, wenigstens den sechzehnten Theil seines lichten Durchmessers zur Stärke. Da aber die

Gewölbebogen gewöhnlich noch eine Hintermauerung erhalten, so kann man dem Bogen noch eine geringere Stärke geben.

Eine zweite Regel empfiehlt bei einer Weite von 6 bis 24 Fuß gebe man dem Gewölbe so viel Zoll Dicke, als die Weite Fuße enthält, bei größeren Weiten lasse man die Dicke in einem kleineren Verhältnisse zunehmen. Gewölbe, die keine Last über sich, sondern nur sich selbst zu tragen haben, können schwächer gemacht werden, um die Widerlager nicht zu sehr zu beschweren und um keine sehr starken Widerlager nöthig zu haben.

Das gewöhnliche Verfahren, die Dicke des Gewölbes an den Widerlagern zu bestimmen (wenn das Gewölbe im Scheitel dünner wird), besteht in Folgendem:

Es sei Fig. 208 ein solches Gewölbe. Man theile den Halbmesser OC in zwei gleiche Theile ON = NC, mache OM = ON = NC, und beschreibe mit MF den Bogen FG. Die Stärke des Gewölbes im Scheitel FC muß man vorher fest gesetzt haben, wozu man etwa $^1/_{16}$ bis $^1/_{18}$ der lichten Weite des Gewölbes nehmen kann.

Aehnlich verfährt man auch bei solchen Gewölbebogen, die keinen Halbkreis formiren. Durch diese Construction werden die einzelnen Steine im Gleichgewichte und ihr gegenseitiger Druck gleichförmig erhalten.

Rondelet hat über die Dicke der Gewölbe nachstehende Tabelle entworfen, in welcher die kleinste Dicke der Schlußsteine, nach den verschiedenen Arten von kreisförmigen oder elliptischen Tonnengewölben, und der Weite ihrer Bogen angegeben sind. Sie enthält dreierlei Arten von Gewölben, nämlich: für starke Brücken, mittlere für Gewölbe (worüber Fußboden) zu Wohngebäuden und leichte, die außer ihrer eigenen Schwere keine Last zu tragen haben. Hierbei wird vorausgesetzt, daß die Dicke der Gewölbe gegen die Widerlager auf eine solche Art zunehmen, daß sie da, wo sie sich von dem gewöhnlichen Verfahren entfernt, das Doppelte der Dicke des Schlußsteines hält; mithin am Anfangspuncte doppelt so dick als am Scheitel ist.

Weite des Bogens.	Brückengewölbe.			Mittlere Gewölbe.			Leichte Gewölbe.		
Fuß.	Fuß.	Zoll.	Linie.	Fuß.	Zoll.	Linie.	Fuß.	Zoll.	Linie.
3	1	1	6	0	6	9	0	3	5
6	1	3	0	0	7	6	0	3	8
9	1	4	6	0	8	3	0	4	2
12	1	6	0	0	9	0	0	4	6
15	1	7	6	0	9	9	0	4	11
18	1	9	0	0	10	6	0	5	3
21	1	10	6	0	11	3	0	5	8
24	2	0	0	1	0	0	0	6	0
27	2	1	6	1	0	9	0	6	5
30	2	3	0	1	1	6	0	6	9
33	2	4	6	1	2	3	0	7	2
36	2	6	0	1	3	0	0	7	6
39	2	7	6	1	3	9	0	7	11
42	2	9	0	1	4	6	0	8	3
45	2	10	6	1	5	3	0	8	8
48	3	0	0	1	6	0	0	9	0
51	3	1	6	1	6	9	0	9	5
54	3	3	0	1	7	6	0	9	9
57	3	4	6	1	8	3	0	10	2
60	3	6	0	1	9	0	0	10	6
63	3	7	6	1	9	9	0	10	11
66	3	9	0	1	10	6	0	11	3
69	3	10	6	1	11	3	0	11	8
72	4	0	0	2	0	0	1	0	0
75	4	1	6	2	0	9	1	0	5
78	4	3	0	2	1	6	1	0	9
81	4	4	6	2	2	3	1	1	2
84	4	6	0	2	3	0	1	1	6
87	4	7	6	2	3	9	1	1	11
90	4	9	0	2	4	6	1	2	3
93	4	10	6	2	5	3	1	2	8
96	5	0	0	2	6	0	1	3	0
99	5	1	6	2	6	9	1	3	5
102	5	3	0	2	7	6	1	3	9
105	5	4	6	2	8	3	1	4	2
108	5	6	0	2	9	0	1	4	6
111	5	7	6	2	9	9	1	4	11
114	5	9	0	2	10	6	1	6	1
117	5	10	6	2	11	3	1	5	8
120	6	0	0	3	0	0	1	6	0

Aus vorstehender Tabelle ersieht man, wie bedeutend die Stärke des Gewölbes abnehmen kann, wenn man dasselbe am Entstehungspuncte doppelt so stark macht als im Scheitel. Das Gewölbe am Eingange des Pantheon zu Paris hat 58 Fuß Durchmesser und ist nur 18 Fuß 1 Zoll

4 Linien hoch, also mehr als um $^1/_3$ verdrückt, und ist am Schlusse nur 8 Zoll dick, während es aber nach unten bis zum Doppelten stärker wird.

Der deutsche Brückenbaumeister Wach nimmt für die Höhe des Brückenschlußsteines $^1/_{24}$ der Bogenweite und giebt in jedem Falle noch 12 Zoll zu. Bei gedrückten Bogen sucht er aber den Durchmesser der Krümmung im Schlusse und verfährt dann nach derselben Regel.

Der Tabelle zufolge nimmt Rondelet für mittlere Gewölbe die Hälfte und für leichte Gewölbe $^1/_4$ der Brückenschußsteinhöhe an. Hat man daher die jedesmalige Höhe eines Schlußsteines nach der Tabelle bestimmt, so kann nach Fig. 208 B die untere Gewölbestärke, und nach Fig. 209 die jedesmalige Widerlagsstärke leicht gefunden werden.

Rondelet hat bei seiner Berechnung Steine von mittlerer Härte angenommen und immer die Hausteingewölbe ohne Mörtel vor Augen gehabt, und darum ist bei Gebrauch des Mörtels und kleiner Steine ihre Haltbarkeit danach zu bestimmen.

Wenn zwei bis drei Stockwerk hohe Mauern auf einen Gurtbogen zu stehen kommen, so muß das Gewölbe in Mauerstein bei 6 Fuß Spannweite = 1 Stein, bei 6 bis 10 Fuß = $1^1/_2$ Stein, bei 10 bis 16 Fuß 2 Stein, bei 16 bis 20 Fuß = $2^1/_2$ Stein stark gemacht werden.

Bei Brückenbogen aus Mauersteinen kann man die Gewölbestärke im Scheitel = $^1/_{12}$ der Spannweite annehmen und diese Stärke nach den Widerlagspuncten etwas wachsen lassen.

Perronet giebt für Brückenbogen aus Werkstücken (Hausteinen) folgende Regel: Die Stärke des Schlußsteines = $^5/_{144}$ der lichten Bogenweite, vermehrt um 1 Fuß anzunehmen; so daß, wenn z. B. ein Brückenbogen 24 Fuß lichte Weite erhalten sollte, der Schlußstein = $^5/_{144} \cdot 24 + 1$ Fuß = $1^5/_6$ Fuß stark werden müßte.

Man pflegt auch die Gewölbestärke zu bestimmen, indem man für Gußgewölbe $^1/_{20}$, für Mauerstein $^1/_{30}$ und für Haustein $^1/_{50}$ der lichten Weite des Gewölbes als Stärke des Gewölbes annimmt.

§. 171.

Stärke der Widerlager der Gewölbe.

Jeder gewölbte, aus einzelnen Steinen bestehende Bogen übt, wie bereits erwähnt worden ist, einen senkrechten Druck aus, welcher mit

dem Gewichte des Bogens in einem bestimmten Verhältnisse steht, und einen Seitenschub, welcher mit dem Gewichte des Bogens und der größern oder geringern Höhe der Wölbung im Verhältniß steht.

Unter Widerlager eines Gewölbes versteht man diejenige Verstärkung des Mauerwerkes, worauf der Gewölbebogen ruht, damit der Seitenschub des letztern nicht im Stande sei, das Mauerwerk umzuschieben. In einem der frühern Paragraphen haben wir bereits gesehen, daß wenn die Steine mit Mörtel verbunden werden, der Seitenschub des Gewölbes mit der Erhärtung des Mörtels nach und nach aufhört, daß aber bei Gewölben, wo die einzelnen Steine durch Mörtel nicht verbunden sind, der Seitenschub nie aufhört.

Die Stärke der Widerlager muß jedenfalls so genommen werden, daß sie selbst für sich Festigkeit und Stabilität genug haben, das Gewölbe mit der darauf kommenden Last zu tragen und dem Seitenschube des Gewölbes zu widerstehen. Denn wenn der Bogen im Schlußsteine berstet, so wendet er seine Schwere an, die Widerlager auseinander zu drängen, und geben sie nach, so muß der Sturz des Gewölbes erfolgen.

Dérant und nach ihm Blondel und Dechales verfuhren bei Bestimmung der Widerlager nach folgender Art: Fig. **210** bis **212**. Fig. **210** stelle die Hälfte eines halbkreisförmigen Gewölbes oder Bogens dar. Man theile den Viertelkreis in 3 gleiche Theile, ziehe mit $^2/_3$ die Sehne ab und verlängere dieselbe beliebig nach unten, mache dann ac = ab und beschreibe das Rechteck aecd, so ist dieses das gesuchte Widerlager.

Fig. **211** stellt die Hälfte eines elliptischen Bogens dar. Man theile die Bogenlinie wieder in 3 gleiche Theile, mit $^2/_3$ derselben ziehe ab, verlängere sie nach unten, mache ac = ab, und vollende das Rechteck adce, so ist dieses die gesuchte Widerlagsstärke.

Sucht man ebenso für den Spitzbogen Fig. **212** die Widerlagsstärke, so findet man, wenn dieser mit der Ellipse und dem Halbkreise gleiche Bogenöffnung hat, daß er die geringste Widerlagsstärke bedarf.

Diese Methode giebt die Widerlager etwas stärker an, als sie bei gutem Material und guter Arbeit erforderlich sind, sie ist daher für alle Fälle vollkommen ausreichend.

Aus dem Bisherigen folgt nun: daß, je niedriger der Gewölbebogen bei gleicher Bogenöffnung ist, die Widerlager um so stärker sein müssen, und daß ein sogenanntes scheitrechtes Gewölbe, nach wagerechter Linie

und aus einzelnen Steinstücken mit Fugenschnitten zusammengesetzt, das stärkste Widerlager brauchen würde.

Bestimmung der Widerlagsstärke nach Rondelet.

Fig. 209. Nachdem man für ein halbkreisförmiges Gewölbe die Linien des Bogens gezeichnet hat, ziehe man die Sehne GB und verlängere sie unbestimmt, welche Linie mit der senkrechten BC einen Winkel von 45° machen wird.

Man trage von A aus wagerecht diejenige Stärke des Widerlagers auf, welche ein Halbkreisgewölbe haben muß, und bemerke den Punct 4, wo die Wagerechte A4 die Diagonale schneidet, so hat man die Stärke des Widerlagers für einen Halbkreis. (Rondelet hat für denselben als Widerlagsstärke nur etwa $1/8$ der ganzen Bogenöffnung, während Dérant dafür etwa $1/4$ hatte). Mit der Länge B4 beschreibe man den Viertelkreis (6 . 5 . 4 . 3 . 2 . 1) aus B, so ist man im Stande, für jeden steileren oder flacheren Bogen, welcher gleichweite Oeffnung wie der Halbkreis hat, auch die Widerlagsstärke zu finden, z. B. für den über dem Halbkreise beschriebenen Spitzbogen. Man ziehe in demselben die Sehne BG und verlängere sie bis 5, ziehe durch den Punct 5 eine senkrechte ds, so zeigt der wagerechte Abstand dieser Linie von B die Stärke des Widerlagers an.

Wollte man das Widerlager des flachen Bogens finden, dessen Mittelpunct in O liegt, so würde man die Sehne GB 3 erhalten. Durch 3 die Senkrechte 3b gezogen, würde die Widerlagsstärke angeben.

So würde man auch für den noch flacheren Bogen, dessen Mittelpunct O″ ist, durch den Punct 2 eine Senkrechte 2a erhalten, welche die Widerlagsstärke angäbe.

Besonders anwendbar ist diese Methode für den Fall, wo man aus der Erfahrung die Stärke eines Widerlagers für einen gegebenen Halbkreis kennt, und man wollte bei derselben Bogenöffnung das Verhältniß des Widerlagers eines steileren oder flacheren Bogens aufsuchen. Alsdann bestimmt man durch die bekannte Stärke den Punct 4 in der Diagonale GB 4, wodurch man den Halbmesser des Viertelkreises B 4 und somit den Viertelkreis selbst erhält. Man kann dann beliebig für jeden steileren oder flacheren Bogen, als der gegebene Halbkreis war, die Widerlagsstärke finden.

Aus dem Vergleiche dieser Methoden kann man das Schwankende dieser Bestimmung auf diese Art leicht erkennen, denn der eine giebt $^1/_4$, wo der andere $^1/_8$ giebt.

Dem de la Hire und Belidore haben wir richtigere und für den Praktiker angemessenere Abmessungen für die Stärke der Widerlager zu danken; diese zeigen, daß der Druck eines Gewölbes allezeit nach der Direction der Tangente geht, die nach der Krümmung des Bogens der Gewölbe gezogen sind.

Wenn man Fig. 213 durch den Punct l, wo der Bogen seine stärkste Krümmung hat, eine Tangente lo und aus der untersten Ecke des Widerlagers p, wo sich der Ruhepunct der Bewegung befindet, eine Normallinie po zieht, so stellt lo die Directionslinie der seitwärtsstoßenden Kraft vor, und po ist die Entfernung vom Ruhepuncte. Man theile nun den Quadranten eg durch die Linie al in zwei gleiche Theile, ziehe durch den Punct l auf da eine senkrechte Linie lk und verlängere sie so weit gegen m, daß, wenn man die Linie mp zieht, ml gleich ak wird, so ist ps die verlangte Stärke des Widerlagers, wenn ihr Widerstand mit dem Gewichte des Gewölbes im Gleichgewicht stehen soll. Dieses Beispiel ist von einem Halbkreise genommen; je gedrückter nun aber der Bogen ist, desto stärker müssen die Widerlager sein.

Diese Auflösung ist im allgemeinen für alle Arten von Gewölben gültig, und es kann hierdurch die Dicke der Widerlager bei einer jeden gegebenen Bogenstärke und dem Drucke derselben gefunden werden. Doch kommt hier noch die Höhe der Widerlager in Anspruch. Je höher das Widerlager eines Gewölbes ist, desto größer wird lo. Folglich muß die Dicke dieser Widerlager größer werden, weil das durch die Höhe vermehrte Gewicht der Widerlager, also ihr Widerstand in einem geringeren Verhältnisse wächst, als das Moment des Gewölbstückes cgf.

Setzen wir bei dem Tonnengewölbe Fig. 213 die Höhe der Widerlager bs = 15, den Halbmesser ab = 12 Fuß, die Dicke des Gewölbes = 3 Fuß, also den Halbmesser ae = 15 Fuß, so ist, wenn man hier die Dicke ps des Widerlagers bestimmen will, folgende Rechnung vorzunehmen.

1) Man suche den Flächeninhalt der beiden Kreise, deren Halbmesser ab = 12′ und ae = 15′ sind, und nehme den vierten Theil ihres Unterschiedes, wodurch man 64 Quadratfuß erhält. Diese dividire man mit

15, als der Höhe der Widerlager, so erhält man den Quadratinhalt 4 Fuß 3 Zoll 4 Linien.

2) Man addire zum Halbmesser ai die halbe Dicke des Gewölbes, so ist al = 13,6; diese multiplicire man mit sich selbst und aus deren Hälfte = 91 Fuß 1 Zoll 6 Linien ziehe man die Quadratwurzel, welche näherungsweise 9 Fuß 10 Zoll giebt. Diese addire man zu der Höhe der Widerlager, so erhält man 24 Fuß 10 Zoll.

3) Nun addire man die in Nr. 1 enthaltenen	4′, 3″, 4‴
und die in Nr. 2 erhaltenen	24′, 10″,
so erhält man zur Summe	29′, 1″, 4‴.
Diese Summe multiplicire man nochmals mit	
der in Nr. 1 erhaltenen Zahl	4′, 3″, 4‴
so erhält man als Product	124′, 6″, 4‴.
4) Aus dieser Zahl 124′, 6″, 4‴ ziehe man die Quadratwurzel,	
so erhält man	11′, 1″, 8‴
davon die in Nr. 1 erhaltene Zahl	4′, 3″, 4‴
abgezogen, giebt	6′, 10″, 4‴.

Diese letzte Differenz ist nun die verlangte Dicke der Widerlager bei allen Arten von Tonnengewölben. Bei Gewölben aber, die oben abgedacht oder übermauert sind, wie in Fig. 214, muß die erste Regel folgendermaßen abgeändert werden: Man nehme die Differenz vom Quadrate af oder ag und dem Quadranten acde, und dividire diese Differenz durch die Höhe der Widerlager. Die übrigen Regeln bleiben ungeändert. Daher wird bei dem abgedachten Gewölbe die Stärke des Widerlagers 8 Fuß 7 Linien, und, im Fall es die platte Uebermauerung mnop hat, 7 Fuß 6 Zoll betragen.

Nach dieser Angabe hat Suckow in seiner Baukunst nachfolgende Tabelle berechnet.

Tabelle

die Stärke der Widerlager bei Tonnengewölben unter einer gewissen Höhe und Entfernung der Widerlager anzugeben.

Innere Entfernung der Widerlager.	Höhe der Keile.			Höhe der Widerlager bis an den Schwibbogen.	Dicke der Widerlager bei freistehenden Gewölben.			Dicke der Widerlager bei abgedachten und oben platten Gewölben.		
Fuß.	Fuß.	Zoll.	Linien	Fuß.	Fuß.	Zoll.	Linien	Fuß.	Zoll.	Linien
6	1	3	—	6	2	2	3	—	—	—
		1		8	2	3	3	—	—	—
				10	2	4	1	—	—	—
				6	2	4	9	—	—	—
8	1	4	—	8	2	7	3	—	—	—
				10	2	8	6	—	—	—
				6	2	10	7	3	4	10
10	1	5	—	8	2	11	10	3	7	5
				10	2		11	3	9	1
				6	3	2	10	3	9	8
12	1	6	—	8	3	4	3	4	—	6
				10	3	5	4	3	2	6
				6	3	7	3	4	2	10
14	1	7	—	8	3	8	10	4	5	10
				10	3	9	10	4	8	3
				6	3	11	4	4	7	8
16	1	8	—	8	4	—	9	10	1	9
				10	4	1	9	5	10	3
				6	4	3	5	5	—	3
18	1	8	—	8	4	5	2	5	3	10
				10	4	6	3	5	16	5
				6	4	8	—	5	5	2
20	1	10	—	8	4	8	10	5	8	6
				10	4	10	7	5	11	7
25	2	—	6	12	5	11	2	7	3	—
30	2	3	—	12	6	9	8	8	3	5
35	2	5	6	12	7	8	3	9	3	8
40	2	8	—	12	8	6	7	10	3	6
45	3	—	—	12	9	7	4	11	5	—
50	3	14	—	12	10	7	4	12	5	4

Nach der hier befolgten Methode haben aber Belidor und de la Hire bloß das Gleichgewicht zwischen dem Druck des Gewölbes und dem Widerstande der Widerlager bestimmt. Das bloße Gleichgewicht ist aber noch nicht genügend, denn der Widerstand muß stärker sein als der Druck, so zwar, daß der Bau im Betreff seiner Festigkeit in allen Fällen gegen den Einsturz gesichert ist. Die durch Rechnung gefundene Stärke

der Widerlager muß daher um ein Sechstel vermehrt werden. Diese vermehrte Stärke reicht dann gewöhnlich hin, weil bei der Berechnung des Gleichgewichts zwischen Druck und Widerstand vorausgesetzt ist, daß die Steine des Gewölbes mit keinem Bindungsmittel versehen, sondern vollkommen glatt sind. In der Ausübung ist dieses aber nicht der Fall, indem die Steine weder glatt sind, noch ohne Bindemittel gebraucht werden. Silberschlag sagt in seiner Hydrotechnik Theil II, Seite 276: ein Gewölbebogen, sobald er in seinem Scheitel gerissen oder sein Schlußstein sich seitwärts abgelös't hat, stößt die Widerlager nicht anders als wie eine hölzerne Strebe von sich. In der That stellt der Bogen nichts Anderes als eine aus zwei krummen Linien zusammengesetzte Strebe vor; die bloße Krümmung ändert nichts. Der Bogen qr Fig. 207 wirkt wie eine Strebe und nicht wie eine schief liegende Fläche. Seine Schwere und was für Last ihm sonst noch aufgebürdet sein mag, verhält sich demnach zu der seitwärts stoßenden Kraft wie Sinus totus zu dem Cosinus qrc des Neigunswinkels und die Kraft wirkt horizontal nach der Richtung r,z.

Der Pfeiler, auf welchem der Bogen ruht, findet in der äußersten Ecke bei c seinen Ruhepunct, und diese Ecke muß man ganz besonders mit einem festen Steine zu verwahren suchen. Ist nun aber e der eigentliche Ruhepunct, so ist ar oder die Höhe des Pfeilers nothwendig die Entfernung der Kraft. Dieser Kraft kann sich aber der Pfeiler nur durch seine eigne Schwere widersetzen. Man suche also den Mittelpunct der Schwere des Pfeilers auf; gesetzt er sei in w, so lasse man aus w eine senkrechte Linie vw fallen, wodurch ve die Entfernung der Last des Pfeilers = P und er die Entfernung des Seitendrucks = V wird. Folglich wird die zum Widerstand erforderliche Schwere nach der Proportion

$$ve : er = V : P \text{ gefunden.}$$

Die ganze Schwere kann man sich aber nur dann in dem Pucte v beisammen vorstellen, wenn der Pfeiler als eine ganze Masse, die nicht auseinander weichen kann, betrachtet werden kann. Man muß daher die Pfeiler sowohl als die Bogen aus guten Materialien herstellen. Die Stärke der Widerlager kann nach den verschiedenen Arten der Gewölbe und nach der Bauart derselben verschieden sein.

Je mehr die Kraft auf ihren Widerlagern vertheilt ist, und je mehr die Gewölbsteine in einander verwickelt sind, desto schwächer können die Widerlager sein.

Bei den Maurern gilt als praktische Regel Folgendes: Wenn die lichte Weite des Bogens nicht über 24 Fuß beträgt, und die Widerlager ebenfalls nicht höher sind als 24 Fuß, so nimmt man die doppelte Bogendicke zur Widerlagsstärke.

Ueber eine Oeffnung von 24 Fuß würde man eine Bogenstärke von etwa 2 Fuß bedürfen; das Widerlager würde demnach etwa 4 Fuß stark werden, welches mit den vorher erwähnten Maßen übereinstimmt, denn es wäre eine Bogenweite unter 30 Fuß, und die Widerlagsstärke betrüge $^{24}/_{4} = ^{1}/_{4}$ der lichten Bogenweite. Für jeden Fuß mehr Widerlagshöhe geben die Maurer noch 1 Zoll an Stärke zu. Auch gelten folgende, mit der Theorie übereinstimmende Erfahrungsregeln: die Stärke der Widerlager bei einem halbkreisförmigen Gewölbebogen sei gleich $^{1}/_{4}$ der Bogenweite. Ueberhöhte Bogen, welche weniger schieben, bedürfen nur $^{1}/_{5}$ bis $^{1}/_{6}$; gedrückte Bogen $^{1}/_{3}$ bis $^{1}/_{2}$ für die Widerlagsstärke. Bei einem scheitrechten Bogen darf das Widerlager nicht unter $^{2}/_{3}$ der lichten Bogenweite sein.

Zufällige Verstärkungen der Widerlager.

Bis jetzt haben wir die Bogen und Wölbungen als für sich frei stehend betrachtet; gewöhnlich aber kommen sie in Verbindung mit andern Mauern, mit darauf sich erhebenden Stockwerken 2c. vor, wodurch die Widerlager an sich so viel verstärkt werden, daß sie viel schwächer sein können, als man sie sonst der Regel nach machen müßte. Z. B. denkt man sich zwischen zwei Futtermauern einen Gurtbogen gespannt, so wird ein Theil des Seitenschubes des Bogens durch den gegen die Futtermauern fortwährend wirkenden Erddruck aufgehoben. Die Futtermauern können daher, als Widerlager des Gewölbes, in diesem Falle schwächer angelegt werden, als wenn kein Gurtbogen vorhanden wäre, weil sie alsdann den ganzen Erddruck hätten allein aushalten müssen, den nunmehr der Seitenschub des Bogens überwinden hilft. Hierbei ist es jedoch erforderlich, die beiden Futtermauern so lange durch eingesetzte Sperrbalken abzusteifen, bis der Bogen fertig eingesetzt ist, weil sonst die Futtermauern von dem Erddrucke ausgebaucht oder herüber gedrückt werden könnten.

Eben so können bei einer Brücke mit mehreren Pfeilern, wenn die End- oder Stirnpfeiler an den Ufern hinlänglich stark sind dem Seitenschube der an sie gelehnten Bogen zu widerstehen, die Zwischenpfeiler ganz schwach angelegt werden, weil jeder Zwischenpfeiler von zwei auf ihm

ruhenden Bogen nach beiden Seiten hin gleichmäßig geschoben wird, wenn nämlich die Bogen gleich groß sind. Der Pfeiler steht also im Gleichgewicht und hat keinen Seitenschub auszuhalten. Ein solcher Zwischenpfeiler brauchte also nur so stark zu sein, als er seiner etwaigen Höhe nach der Standfähigkeit wegen werden muß. In diesem Falle hätte man noch zu berücksichtigen: 1) Da jeder der einzelnen Zwischenpfeiler zu schwach wäre, um dem Seitenschube des Gewölbes zu widerstehen, so muß man entweder alle Gewölbebogen der Brücke gleichzeitig einwölben, und die Zwischenpfeiler bis zur Beendigung sämmtlicher Bogen gegen einander absteifen; oder wenn man nicht alle Bogen gleichzeitig anfangen kann, so wölbt man einen Bogen nach dem andern ein und steift die einstweilen leer bleibenden Zwischenweiten so lange ab, bis nach und nach alle Bogen eingewölbt sind.

Sind aber die Bogen sehr ungleich, so pflanzt der größere Bogen noch einen Theil seines Seitenschubes auf den nebenstehenden kleineren fort und dann ist es am besten, den letzten Wiederlagspfeiler (den Stirnpfeiler) so stark zu machen, daß er dem Seitenschube des größeren Bogens zu widerstehen im Stande ist.

Wenn ferner ein Gewölbe in einem unteren Stockwerke steht, so wirken die auf den Widerlagsmauern desselben stehenden oberen Mauern zur Verstärkung des Widerlagers mit, und die unteren Widerlager können darum schwächer gemacht werden, als wenn keine auf ihnen stehende Mauer vorhanden wäre. Die auf den Widerlagern stehende obere Mauer wirkt nämlich durch ihre Last dem Seitenschube des Gewölbes entgegen, weil der Seitenschub desselben nun auch diese zu überwinden hätte, wenn er die Widerlager auf die Seite schieben wollte. Je höher demnach eine solche Aufmauerung ist, um so weniger kann der Seitenschub wirken, und um so schwächer können folglich die Widerlager sein. Dieser Fall kommt namentlich bei allen Gebäuden vor, worin sich Unterkellerungen befinden, und es wird deshalb bei den üblichen Maßgrößen der Wohngebäude, welche außer dem Kellergeschosse noch ein oder mehrere Stockwerke haben, auf die Widerlagsstärken der Gewölbe bei den Umfassungsmauern derselben keine Rücksicht genommen, da diese vermöge der darauf ruhenden oberen Stockwerke schon so stark werden, den üblichen, gewöhnlich nur kleinen Gewölben hinlänglichen Widerstand entgegenzusetzen.

§. 172.

Von den Gerüsten und Bogenstellungen der Gewölbe.

Wenn man einen gewölbten Bogen (Gurtbogen) anfertigen will, so muß man zuvor ein hölzernes Lehrgerüst aufstellen, welches die einzelnen Gewölbesteine so lange unterstützt, bis der Schlußstein des Gewölbes eingesetzt ist; denn so lange dieser nicht eingesetzt ist, haben die einzelnen Gewölbesteine unter sich keine Spannung und keine Festigkeit, auch würden sie ohne Vorhandensein eines Lehrgerüstes herabstürzen.

Jedes Lehrgerüst erfordert wenigstens zwei Lehrbogen, die auf ihrer oberen Fläche, nach der Stärke des aufzulegenden Gurtes, querüber mit Brettstückchen, Lattenstücken oder Halbholzstücken belegt werden, um die aufzulegenden Gewölbesteine zu unterstützen.

Ein Lehrbogen muß vollkommen fest und senkrecht stehen und hinlänglich stark angefertigt werden, um der Last des Bogens hinreichenden Widerstand zu leisten, und durch quer angenagelte Hölzer gegen Schwankungen nach den Seiten hin gesichert werden. Die Anfertigung der Lehrbogen ist nach der Größe und Stärke des Gewölbes verschieden. Für kleine und leichte Bogen fertigt man sie aus einfachen Schalbrettern, welche nach der Wölbungslinie vorgeschnitten werden. Bei hohen Bogen, wo ein Brettstück nicht die ganze Bogenhöhe erreicht, werden so viele Bretter senkrecht auf einander gestellt, bis die erforderliche Höhe erreicht ist; dann werden zur gehörigen Festhaltung der Bretter der Höhe nach Latten quer über die wagerechten Fugen der Bretter genagelt und oberhalb die entsprechenden Bogenlinien ausgeschnitten.

Nehmen die Entfernungen der Widerlager zu und werden die Gewölbebogen schwerer, so müssen dann die Lehrbogen aus doppelt oder dreifach neben einander genagelten Brettstücken angefertigt und von unten her durch senkrechte Stützen gegen das Einbiegen oder Zerbrechen geschützt werden.

Für sehr große Bogenöffnungen und bedeutende Gewölbelast, wie bei großen Brückenbogen, müssen die Lehrbogen vom Zimmermann sehr fest construirt und aufgestellt werden. Hierbei können namentlich zwei Fälle vorkommen: 1) Können es die Umstände gestatten, den Lehrbogen von unten her zu unterstützen, wie in Fig. 206 gezeigt ist, oder derselbe muß sich zweitens ganz frei, ohne Unterstützung von unten her tragen (Fig. 215).

Im ersten Falle werden Pfähle in den Grund geschlagen und darüber ein Rähm gelegt. Um aber das Ausweichen dieser Rähme nach der Seite zu verhindern, werden quer darüber auf jeden Pfahl Zangen gelegt, über welche die Schwellen der Bogenconstruction kommen und darauf alle die Stützen, welche den Bogen von unten halten; über diese kommen Verbindungshölzer nach der Länge des Bogens. Auf diese kommen wieder Querzangen, dann die eigentliche Bogenform und quer über diese liegt lose auf ein aus schmalen aber starken Bohlen gebildeter Belag, welcher zum Tragen der Bogensteine bestimmt ist. Wie viele solche Bogen hinter einander gestellt werden müssen, hängt allein von der Breite und Schwere des Gewölbes ab.

Kann man zweitens den Lehrbogen von unten her nicht unterstützen, wie in Fig. 215, so muß ein sehr festes an die Stirnmauern sich anlehnendes Hänge- und Sprengwerk construirt werden, worauf der Belag zur Unterstützung des Gewölbes zu liegen kommt.

Es ist ein nothwendiges Erforderniß, die Lehrbogen auf Keile zu stellen, so daß man diese nach Beendigung des Gewölbes nach und nach lüften kann, damit, wenn ein Setzen des Gewölbes erfolgt, doch noch das Lehrgerüst zu dessen Tragung vorhanden ist. Denn wenn man das Stellen der Lehrbogen auf Keile vernachlässigt, so legt sich das Gewölbe so fest auf das Lehrgerüst, daß man es nur gewaltsam wegschlagen kann, wodurch nicht selten eine solche Erschütterung des Gewölbes erfolgt, daß es augenblicklich einstürzt. Jedes Gewölbe drückt sich nach der Entfernung des Lehrgerüstes zusammen, welches man das Setzen des Gewölbes nennt. Aus diesem Grunde setzt man die Lehrbogen auf Keile, damit, wenn diese langsam gelüftet werden, das Setzen langsam vor sich gehen kann, und man ist dann vor jedem plötzlichen Einsturz des Gewölbes gesichert. Bei den Gewölben werden die ganzen Flächen von den Lehrbogen aus unterschalt und auf diese Unterschalung die Gewölbesteine gelegt.

Von der Construction der Gewölbe.

§. 173.

Das Tonnen- oder Kufengewölbe.

Das Tonnengewölbe hat gewöhnlich die Gestalt eines nach der Länge halb durchgeschnittenen Cylinders, und sein Gewölbebogen ist demnach ein Halbkreis. Wegen seiner Dauerhaftigkeit wird es meistens bei Kellern

angewendet; wenn es aber die gegebene Höhe nicht gestattet, so wird es nach Kreissegmenten oder andern gedrückten Bogen hergestellt. Denkt man sich einen Gurtbogen von beliebiger Bogenform seiner Länge nach fortgesetzt, so entsteht ebenfalls ein Tonnengewölbe, und eben so kann dasselbe auch elliptisch, spitzbogig rc. sein.

Vor etwa 60 Jahren bediente man sich zur Unterkellerung der Gebäude häufig der Tonnengewölbe; weil sie aber in Form eines Halbkreises wenigstens die halbe Breite des Raumes zur Höhe fordern, wodurch hohe Kellergeschosse entstehen, die man der größern Kosten wegen zu vermeiden sucht, so werden sie gegenwärtig weniger angewendet. Sie sind aber auch unbequem für die Benutzung, indem an den Seiten, wo die Bogenlinie bis zur Erde herabreicht, zu viel Raum verloren geht für das Unterbringen der Schränke, Fässer u. dergl. m. Die Tonnengewölbe sind schon sehr durabel, wenn man sie einen ganzen Stein stark macht und alle 3 bis 4 Fuß von einander eine $1^1/_2$ Stein breite, $1^1/_2$ Stein hohe Gurte ii Fig. 216 einwölbt. So überwölbte Zimmer sind feuersicher, da selbst durch herabfallende Balken und andere schwere Körper das Gewölbe nicht durchgeschlagen werden kann. Es eignen sich daher solche Räume zur Aufbewahrung werthvoller Gegenstände.

Die Fig. 216 stellt den Grundriß eines nach einem Halbkreis gewölbten Tonnengewölbes dar.

Bei f und im Profile Fig. 217 bei l sieht man, wie die Stichkappen der Fenster und Thüren in einem mit solchen Gewölben bedeckten Keller zuweilen in sogenannte Gurte c oder übereck, wie bei b Fig. 216, oder wie man es zu nennen pflegt auf den Schwalbenschwanz eingewölbt sind. Solche werden gewöhnlich nur, wie der Grundriß Fig. 216 bei g zeigt, angefertigt. Die Linien ad und ec Fig. 216, wo diese Stichkappen mit dem Hauptgewölbe zusammenstoßen und damit verbunden sind, werden die Grade der Stichkappe, ecbad aber die Kappe oder Oehr genannt. Fig. 218 zeigt, wie die Steine in der Kappe im Grundrisse Fig. 216 bei b rechtwinkelig zusammengesetzt werden müssen.

Die im Grundriß Fig. 216 mit i bezeichneten Gurtbogen, welche 3 bis 4 Fuß von einander abstehen, sind hier bei einem gewöhnlichen Kellergewölbe, welches keine große Last zu tragen hat und deshalb nur $^1/_2$ Stein stark ist, 1 Stein stark und 1 Stein breit, jedoch auf die Art mit eingewölbt, daß das ganze Tonnengewölbe innerhalb des Kellers

überall gerade ist, daher die größere Stärke von $1/2$ Stein über das Gewölbe oben hervorsteht.

Will man dem Gewölbe eine größere Stärke geben und es dadurch gegen die Gewalt darauf fallender Körper schützen, so müssen die Gurten in eben dem Verhältnisse zunehmen und, bei der Verstärkung von $1/2$ Stein des Gewölbes, stets auch $1/2$ Stein stärker sein.

Endlich müssen auch die Tonnengewölbe wenigstens von unten, oder aus der Erde, q Fig. 217, bis auf die größte Schwäche bei k hintergemauert werden, welches man Ankengemäuer nennt. Der mit k bezeichnete Gurt in Fig. 216 dient, um den Gurten ee mehr Spannung zu geben.

Jedes Tonnengewölbe erfordert ein vollständiges Lehrgerüst, und die einzuwölbenden Kappen bekommen kleinere Lehrgerüste, welche auf das Hauptlehrgerüst aufgesetzt werden.

§. 174.

Das Kappengewölbe.

Denkt man sich zwischen zwei mit einander parallel laufenden Mauern oder Gurten einen länglich viereckigen Raum eingeschlossen und diesen Raum nach einem Kreisbogen überwölbt, so heißt der überwölbte Raum ein Kappengewölbe und die Bogenlinie desselben bildet einen sogenannten Stichbogen. Nun hat aber ein flacher Bogen weniger Festigkeit als ein steilerer, somit wird ein Kappengewölbe, welches mit einem Tonnengewölbe gleiche Größe und Stärke hat, ungleich schwächer sein als letzteres. Dessenungeachtet sind in der neueren Zeit die Kappengewölbe den festeren Tonnengewölben fast immer vorgezogen worden, weil sie wohlfeier sind und den inneren Raum weniger beengen, indem die Seitenwände derselben ganz gerade bleiben.

Es sei Fig. 219 ein mit zwei Kappen zu überwölbender Raum abcd; man treffe nun die Eintheilung so, daß die Weiten ef, gh u. s. w. zwischen den anzulegenden Pfeilern fg, hi u. s. w., die gewöhnlich $1/2$ bis 2 Stein stark genommen werden, 9 bis 10 Fuß betragen. Auf diese Pfeiler werden dann Gurtbogen, wie das durch die Linie pq der Fig. 219 genommene Profil Fig. 221 zeigt, 2 Fuß stark gewölbt, zwischen welche, wie die im Grundrisse Fig. 219 punctirten Linien zeigen, flache Gewölbe oder sogenannte Kappen von einem halben Stein Stärke gesprengt werden, die aber $1/8$ und zum wenigsten $1/12$ ihrer Weite zur Höhe in der Mitte haben müssen.

Wenn die Breite des Kellers unter 16 Fuß beträgt und die Fundamente stark genug sind, oder mehrere Stockwerke darauf stehen, so können die Pfeiler fg, mn, hi u. s. w. ganz wegbleiben und dafür kann man die Gurtbogen, wie Fig. 220 zeigt, aus der Mauer selbst entspringen lassen. Dies wird z. B. dann geschehen können, wenn die Kellermauern wenigstens so stark sind als der vierte Theil der lichten Gurtbogenweite. Ist aber auf eine solche Festigkeit der Fundamentmauern nicht zu rechnen, so müssen die Gurtbogen nach Umständen einen halben, einen ganzen bis anderthalb Stein vorspringen, bis der Vorsprung der Kellermauer zusammen wenigstens so stark ist als $^1/_4$ der lichten Gurtbogenweite.

Von dem Fußboden des Kellers an wird bei der Aufführung der Widerlagsmauern ein Einschnitt abcd gemacht, welcher von a bis c so breit ist, als der Gurtbogen dick werden soll, hier $1^1/_2$ Stein oder 15 Zoll, und $^1/_2$ Stein tief. Dieser Einschnitt wird von a nach c ungefähr 3 Fuß hoch ohne Verzahnung, von c hierauf bis an die Oberkante des Gewölbes aber mit Verzahnung gemauert, welches aus der Figur deutlich zu ersehen ist. Springt jedoch der Bogen wie in Fig. 220 aus der Mauer selbst vor, so wird dieser Einschnitt erspart.

Die Figg. 222, 223 und 224 zeigen die Construction, wie die Kappengewölbe angelegt, eingeschalt und verbunden werden, wobei der einzuwölbende Raum VWXZ nach der Richtung VX zu $13^3/_4$ Fuß im Lichten, nach der Richtung VW zu 20 Fuß angenommen ist.

Nachdem die Fundamentmauern bis zur Höhe des Fußbodens des Souterrains oder des Kellers aufgeführt und wagerecht abgeglichen sind, werden die Kellerfenster ff und die Kellerthüren gg Fig. 222 darauf angegeben, wie auch die Stärke der Wände und Gurtbogenpfeiler hh, welche letztere 2 Stein breit und $2^1/_2$ Stein vor der Mauerfläche vorspringend gezeichnet sind; und dann werden die Kellerwände, wenn die Höhe unter der Mitte des Gurtbogens wegen des bequemen Durchgehens 6 Fuß betragen soll, 6 Fuß 3 Zoll über die lichte Höhe der Gurtbogen aufgemauert. Nach diesem werden die Lehrbogen für die Gurtbogen aufgestellt, die auf nachfolgende Weise angefertigt werden:

Man befestige zwei Bretter AB und DE so mit einander, daß, wie Fig. 225 zeigt, DE genau rechtwinkelig in der Mitte von AB steht; mache darauf die beiden Schnurschläge CC′ und DE genau rechtwinkelig auf einander, und trage die lichte Höhe des Gurtbogens über der Ausgleichung cd (Fig. 226) der Pfeiler aa weniger 1 Zoll als Dicke der

Schalung von D nach E, und eben so die halbe Weite weniger 1 Zoll auf beiden Seiten von D nach C und C'. Auf dem Schnurschlage CC' bestimme man die beiden Puncte FF' in gleicher Entfernung von D, so zwar, daß EF=EF' gleich der halben Länge CC' werde. In diesen Puncten schlägt man Nägel ein, legt eine Schnur FGF' um dieselbe, welche ausgespannt bis E reichen muß, und indem man mit einem Bleistift oder Röthel an der fortwährend straff gespannten Schnur herum führt, beschreibt der Stift die elliptische Linie CEGC' für den Lehrbogen, der dann aus doppelt zusammengenagelten Brettern gefertigt wird. Für jeden Gurtbogen sind zwei solche Lehrbogen erforderlich, die dann auf Klötzen o o (Fig. 222, 223 und 224) an den bezeichneten Orten neben einander aufgestellt werden. Zum Aufstellen der beiden Lehrbogen ist ein Gerüst erforderlich, welches in dem gegenwärtigen Falle, wo die Lehrbogen nicht hoch über die Erde zu stehen kommen, am geeignetsten aus Klötzen o,o Fig. 222, jeder etwa 20 Zoll lang, 9 bis 10 Zoll hoch und 8 Zoll breit, bestehen kann. Diese Klötze werden vollkommen wagerecht und auf jeden ein Brettstück, welches ebenfalls etwa 20 Zoll lang, 6 bis 8 Zoll breit und 1$^1/_8$ bis 1$^1/_2$ Zoll stark sein kann, gelegt. Auf diese Klötze und Bretterstücke werden nun die Bogen zu jeder Seite 1$^1/_2$ Zoll näher zusammengestellt, als der Gurtbogen breit werden soll. Hierauf werden quer über die beiden Lehrbogen Schallatten oder Bretter gelegt, die auf beiden Seiten etwa so weit vorstehen, daß die ganze Verschalung die Breite des Gurtbogens erhält und zugleich dicht an jene anschließt. Um die Lehrbogen beliebig lüften zu können, legt man flache Keile unter, und um das Umfallen der Lehrbogen zu vermeiden, nagelt man gewöhnlich das Brettstück im Scheitel der Lehrbogen fest. Bevor man aber die Schlußsteine einlegt zieht, man die Nägel aus, weil dann die Last des Gewölbes den Lehrbogen schon fest hält.

Die aus Brettstücken bestehenden Keile cc Fig. 226 und 228 werden so eingetrieben, daß der Lehrbogen genau in die bestimmte Höhe zu stehen kommt und seine unteren Enden mit der Gleiche cd der Bogenpfeiler übereinstimmen.

Nach der Vollendung des Gurtbogens schlägt man diese Keile wieder heraus, wodurch der Lehrbogen gelüftet und die Schalbretter herausgenommen werden können. Um das Ausweichen der Bogenschenkel zu verhindern, nagelt man quer über dieselben eine etwa vierzöllige Latte ee auf Fig. 226 und 228; und um den Lehrbogen für die darauf ruhende

Last des Gurtbogens zu unterstützen, werden unter demselben an 3 Puncten die Kreuzholzstützen fff angebracht.

Sind auf diese Weise die Lehrbogen in ihre gehörige Stellung gebracht, mit Latten beschalt und zur Unterstützung des nachher darauflie- genden Gewölbes an drei Stellen Stützen angebracht, so wird mit dem Einwölben der Gurtbogen selbst an beiden Enden zugleich der Anfang gemacht und in der Mitte geschlossen. Hierbei, so wie bei allem Wölben, ist darauf zu sehen, daß die Steine in engen Fugen genau so gestellt werden, daß jeder Stein nach dem Mittelpuncte des Bogens zugehauen sei, und daß am Ende der Schlußstein genau keilförmig zugehauen und abgerieben werde, damit er in allen Puncten an den zunächst liegenden Wölbesteinen anschließe.

Das gewöhnliche Verfahren der Maurer, daß sie die Wölbesteine nicht hauen, sondern die schräge Richtung derselben gegen einander bloß durch größere Kalkfugen herauszubringen suchen, darf nicht geduldet werden, denn der viele Kalk in den Fugen drückt sich bei dem Setzen des Bogens zusammen, so lange der Kalk naß, und es kann hieraus nicht nur Senkung in der Bogenlinie entstehen, sondern sogar Einsturz des Gewölbes erfolgen.

Sobald der Gurtbogen zum Schluß gekommen ist, wird er bis zur Gleiche seines Scheitels hintermauert, und dann ein wagerechter Streifen gg Fig. 226 3 Zoll über der Unterkante des Gewölbescheitels eingehauen, um nachher die einzuwölbenden Kappen auf diesen Absatz zu legen. Dieser vertiefte Streifen muß, wie in Fig. 228 bei gg zu sehen ist, schräg auslaufen, damit die Kappe daselbst mit einer Centralfuge aufgesattelt werden kann. Bei Aufführung des Gurtbogens und seiner Hintermauerung kann dieser Streifen auch gleich mit angelegt werden, wo man dann die Mauersteine in erforderlicher Schräge behauen muß. Dieses letztere Verfahren ist besser, weil dabei der noch ganz frische Bogen durch das gewaltsame Einhauen der Steine erschüttert wird; da es aber mehr Mühe und Zeit erfordert, so unterbleibt es gewöhnlich.

Nun werden die Lehrbogen hhh Fig. 228 und 230 für die einzuwölbenden Kappen aufgestellt, die aus einzelnen Brettstücken MN Fig. 193 erst vorgerissen und dann ausgeschnitten werden. Zu diesem Behuf wird ein Brettstück O genau in der Mitte eines andern Brettes MN rechtwinkelig darauf befestigt, und der Mittelpunct P bemerkt, aus welchem der Kreisbogen MN mit einem sogenannten Kreuzzirkel vorgerissen wird. Da

die Lehrbogen der Kappen hoch über dem Kellerpflaster zu stehen kommen, so ist für jede Kappe ein besonderes Gerüst erforderlich, das aus zwei Reihen Kreuzholzstielen kk Fig. 228 und 230 und darüber gelegten Holmen oder Rähmen ii gebildet wird, worauf die Lehrbogen hh ruhen. Ueber den Lehrbogen kommt dann die Verschalung von Brettern oder Latten quer über die Kappenlehrbogen. Das oberste Brett derselben im Scheitel wird an die Lehrbogen festgenagelt, damit dieselben nicht umfallen können; ist man nun mit der Wölbung bis an die Nägel gekommen, so werden sie ausgezogen und der Schluß eingewölbt.

Die Lehrbogen der Kappen kommen aus eben den Gründen wie die der Gurtbogen auf Keile zu stehen. Das Wölben der Kappen geschieht am besten auf den Schwalbenschwanz, wie Fig. 228 bei QQ geschehen ist. 4 Maurer fangen dabei in den 4 Ecken mmll gleichzeitig zu wölben an, damit alle Wölbschichten im Scheitel der Kappe oder in der Mittellinie EF zum Schluß kommen.

Hat man in den beiden Ecken ll mit 2 Maurern den Anfang und das Gewölbe so weit fertig gemacht, daß seine Spitzen die Mittellinie AB berühren, so kann mann die beiden andern Ecken mm nachholen, und hat dann auch dieser Gewölbetheil die Linie AB erreicht, so bleibt in der Mitte noch ein verschobenes Viereck, das durch fortgesetzte Arbeit immer kleiner wird, bis das Gewölbe endlich ganz zum Schlusse kommt. Bei dieser Arbeit stehen die Maurer auf der Schalung. Bei dem Wölben der Gurtbogen stehen sie zur Seite. Leichter auszuführen, aber nicht so gut, ist die Wölbungsart nach der Länge des Gewölbes, wie bei dem Tonnengewölbe. Bei dieser Wölbungsart stehen die Maurer auf einem besonderen Gerüste zwischen den Lehrbogen; deshalb können letztere nicht auf einmal verschalt werden, sondern man legt vorläufig an jeder Seite nur ein Paar Schallatten, etwa so weit als ein Arbeiter mit den Händen reichen kann, um die Steine gehörig zu stellen.

Nothwendig müssen die Kappen von ihren Stirnenden CEDF nach der Mitte zu eine Steigung erhalten, oder um ein Paar Zoll gestochen werden, weil dadurch außer der Spannung nach der Breite auch noch eine nach der Länge des Gewölbes entsteht. Da wo sich die Kappen an die Stirn- oder Schildmauern anschließen, muß man in letztere bogenförmige, etwa 5 Zoll tiefe Streifen nach der Krümmung der Kappe, und eben so breit wie diese, auszuhauen. In diese vertieften Streifen

werden die Stirnenden der Kappen eingesetzt und dadurch der Anschluß an die Stirnmauern bewirkt.

Sind so viele Rüstungen und Lehrbogen nicht vorhanden, um alle Kappen zugleich einzuwölben, so muß man zeitig genug den Gurtbogen auf der andern Seite gegen die gegenüberstehende Mauer absteifen, weil sonst ein Verschieben des Gurtbogens und ein Einsturz der Kappe zu besorgen ist.

Je länger die Kappe im Verhältniß zu ihrer Breite wird, um so weniger fest wird sie, da dann bei der Wölbung auf den Schwalbenschwanz die Sprengung von einigen Zollen nach der Länge hin immer unwirksamer wird und das in der Mitte der Kappe sich bildende Schlußquadrat von den Stirnwänden des Gewölbes sehr weit zu liegen kommt.

Bei den nach der Länge gewölbten Kappen ist es gut, wenn sie breiter als 6 bis 7 Fuß und im Verhältniß lang werden, von 4 zu 4 Fuß Verstärkungsgurten 1 Stein (mit der Gewölbedicke) stark und 1 Stein breit einzuwölben, da sich sonst dergleichen sehr lange Kappen nicht tragen würden. Immer aber ist es besser auf den Schwalbenschwanz einzuwölben und die Kappen nicht länger zu machen, als daß sie höchstens $2^1/_2$ mal so lang werden, als sie breit sind. Je mehr der Kappenraum sich dem Quadrate nähert, je kürzer er also wird, desto fester werden die Gewölbe.

Je schmaler die Kappen sind, um so weniger braucht man ihnen Steigung zu geben; sind sie 6 Fuß breit, so ist ein $^1/_{12}$ genug, sind sie 7 bis 8 Fuß breit $^1/_8$, sind sie 9 Fuß breit $^1/_6$, und breiter als 9 Fuß dürfen die Kappen von $^1/_2$ Stein Stärke nicht gemacht werden.

Will man eine größere Breite mit einem Kappengewölbe überspannen, so muß es 1 Stein stark werden. In dieser Art hat man Kappen von 16 Fuß Breite ausgeführt und ihnen $^1/_8$ Steigung gegeben.

§. 175.

Das Kreuzkappengewölbe, auch Kreuzgewölbe genannt.

Die Kreuzgewölbe werden von zwei sich unter einem rechten Winkel schneidenden Tonnengewölben gebildet, im Fall die in dem Durchschnitte liegenden Theile ausgeschnitten werden. Aus dieser Bedingung entsteht für die Grundrißform der Kreuzkappe ein Quadrat, wenn die lichten Weiten der sich schneidenden Tonnengewölbe gleich groß waren. Sie bestehen demnach aus 2 Bogen, welche aus den Ecken entspringen oder

aus einer Ecke zur andern quer übereck gespannt sind und sich in der Mitte des zu überwölbenden Raumes durchkreuzen.

Kreuzgewölbe vereinigen also die Bequemlichkeit des Kappengewölbes mit der Festigkeit des Tonnengewölbes. Außerdem kann man sie über bedeutende Weiten spannen, welches sie für die Ausübung noch geschickter macht. Daher werden diese Gewölbe sehr oft in Ausführung gebracht, und jeder Maurer sollte sich daher gründliche Kenntnisse von der Construction dieser Gewölbe und den bei deren Ausführung vorkommenden Handgriffen zu verschaffen suchen.

Es besteht aus 2 Bogen, welche aus jeder Ecke nach der Diagonale des viereckigen Raumes bis zur gegenüber stehenden Ecke gespannt sind und sich in der Mitte des Raumes durchkreuzen. Zwischen diesen Hauptbogen, welche Grade (Grundbogen) heißen, sind die eigentlichen Gewölbe, die man Kappen, auch Kreuzkappen nennt, eingespannt, und indem sie auf den Graden ihre Widerlager haben, stoßen sie mit den Stirnenden an die Umfassungsmauern.

Bei dieser Gewölbeart vereinigt sich die ganze Last in den sich überkreuzenden Bogen, die auf die Pfeiler wirken, woraus sie entspringen. Daher sind die 4 Ecken als die einzigen Widerlager zu betrachten, und diese müssen hinlängliche Stärke erhalten.

Man sieht leicht, daß diese Anordnung nicht bloß im Quadrate, sondern auch im länglich viereckigen Raume möglich ist. Wird aber das Rechteck im Verhältniß seiner Breite zu lang, so treten Unbequemlichkeiten ein, welche schwer zu überwinden sind, und man wird daher wohlthun, ein Kreuzgewölbe nie länger als die $1^1/_2$malige Breite zu machen. Beträgt die Länge und Breite eines Raumes nicht über 16 Fuß, so kann man denselben mit einem Kreuzkappengewölbe überdecken, wobei die Grade bb Fig. 231 einen Stein, die Kappen dddd aber nur einen halben Stein stark werden. Werden größere Räume mit solchen Gewölben überdeckt, so müssen die Grade $1^1/_2$ Stein, die Kappen aber 1 Stein stark werden. Dergleichen schwere Gewölbe erfordern stärkere Widerlager als gewöhnliche, bei welchen letzteren sie zu ungefähr $^1/_6$ der Spannweite anzunehmen sind. Ist der zu überwölbende Raum beträchlich groß, so werden in der Mitte, wie in Fig. 232, ein oder mehrere Pfeiler ss aufgemauert und durch die Gurtbogen l,l 2c. kleinere Räume abgetheilt, die dann jeder für sich durch Kreuzgewölbe überdeckt werden.

Die Gradbogen entspringen entweder unmittelbar aus den Ecken der Mauer, wie in Fig. 232 die punctirten Diagonallinien es anzeigen, oder es werden, wie in Fig. 231, in den Ecken Vorsprünge angelegt, auf welche die Grade aufgesattelt werden. Fig. 231 zeigt die obere Ansicht eines Kreuzkappengewölbes über einen Raum von 16 Fuß Tiefe, dessen größere Länge durch die Gurtbogen aa in kleinere Räume abgetheilt ist, wovon jeder ein eigenes Kreuzkappengewölbe erhält. In dem fertigen Gewölbe sind bcb und b'cb' die beiden Gradbogen; c der Punct, wo sie sich durchkreuzen; dddd sind die Kreuzkappen. Fig. 233 A ist der Durchschnitt durch die Mitte des Gewölbes, nach der Linie AB des Grundrisses. dc ist der Durchschnitt einer Kappe, welche von der Stirnmauer nach dem Scheitel zu etwas ansteigt, so daß der Punct c etwas höher liegt als d. Dieses Ansteigen der Kappe heißt das Stechen derselben. Soll der Grad 1 Stein stark sein, so werden erst 2 Steine ff und g zugehauen und auf die Lehrbogen gesetzt, die Kappen fk aber müssen aus freier Hand, vom Gradbogen an bis an die Wand, eingewölbt werden. Hinter dieser ersten Schicht folgt die zweite llh, deren Fugen die der ersten decken. Die Steine ll und h müssen besonders wieder zugehauen werden, und so wird mit der Abwechselung der Gewölbeschichten fortgefahren, bis die Gradbogen fertig und die Kappen auf den Schwalbenschwanz dazwischen eingewölbt sind.

Je nachdem es die Umstände gestatten, können Kreuzgewölbe aus allen Arten von Bogen zusammengesetzt werden, in der Regel aber wählt man volle Zirkel oder Kreissegmente, seltener elliptische Bogen, in welchen beiden letzteren Fällen die Widerlager verstärkt werden müssen. Elliptische Bogen werden auch deshalb seltener angewendet, weil die Kreuzbogen oder die Grade schon bei Kreisen elliptische Form bekommen und daher diese bei elliptischen Bogen sehr flach werden müssen. Es ist oftmals der Fall, daß man im Raume beschränkt und daher den Pfeilern der Kreuzgewölbe keine hinreichende Stärke geben kann; in diesem Falle pflegt man diese Widerlager, damit sie nicht aus einander weichen können, mit eisernen Stangen zusammenzuhalten oder zusammenzuankern.

Wenn ein zu überwölbender Raum kein regelmäßiges Viereck bildet, so giebt man gewöhnlich der kleinsten Bogenweite einen vollen Kreis, auch wohl einen überhöhten Bogen, und da die Bogen gleiche Höhe haben müssen, so werden die weiteren um die Zunahme ihrer Weite verdrückt.

Da ein Kreuzgewölbe aus zwei sich durchschneidenden Tonnengewölben besteht, so müssen sich offenbar die Schalbogen, die bei der Einschalung dieser Gewölbe gebraucht werden, durchschneiden.

Es sei daher Fig. 234 abcd ein regelmäßiges Viereck, welches mit einem Kreuzgewölbe zu überwölben ist, und es sollen die beiden sich durchschneidenden Tonnengewölbe im vollen Zirkel gewölbt sein; es sollen also die Bogen ab, bc, cd und da volle Kreis- und Zirkelbogen werden. Da sich nun hier die beiden Cylinder durchschneiden, so werden die Kreuzbogen ac und bd verdrückte Bogen, hier Ellipsen, werden müssen, im Fall sie, was der Construction der Kreuzgewölbe wegen erforderlich ist, mit den Bogen ab, bc, cd, da einerlei Höhe haben sollen. Hiernach ist vor allem zu zeigen, auf welche Art diese Bogen, da sie zur Einschalung erforderlich sind, gefunden und construirt werden müssen.

Bei regulären Räumen, wie Fig. 234, ist die Anfertigung der Lehrbogen zu den Graden sehr leicht. Es sei z. B. Fig. 235 efg die Form der Kappe ab Fig. 234, so wird cg in eine beliebige Anzahl gleicher Theile getheilt; in eben so viele gleiche Theile theilt man die Länge des Gradbogens ac oder bd, wie Fig. 236 zeigt, wo kh = ac = bd der Fig. 234 ist.

In den Theilpuncten errichtet man auf diese Linien perpendiculare Linien und trägt die Höhen dieser Linien der Reihenfolge nach aus Fig. 235 nach Fig. 236; so z. B. giebt man, wenn in der Mitte mf angefangen wird, dem Perpendikel mi die Länge mf. Hat man auf diese Art die Höhen aus Fig. 235 nach Fig. 236 getragen, so werden diese Höhenpuncte zusammengezogen, wodurch die elliptische Linie erhalten wird, die dem Gradbogen zugehört, nach welcher man, wie die Figur zeigt, die Bretter zusammenzusetzen hat.

Gewöhnlich aber läßt man die Kappen von der Stirnmauer bis zur Mitte des Gewölbes um etwas steigen, und pflegt dabei den 60sten Theil der Länge des Grades hk zu nehmen; es ist daher nothwendig, die Lehrbogen der Grade gegen die Mitte zu um so viel höher zu machen, als die Kappenbogen steigen sollen.

Ist der mit einem Kreuzgewölbe zu überwölbende Raum irregulär, so müssen alle 4 Scheiben oder die an den Seitenwänden anstoßenden Kappen auch eine gleiche Höhe haben und in diesem Falle werden die Lehrbogen zu den Graden folgendermaßen aufgezeichnet.

Nimmt man z. B. den Bogen der Kappe auf der Seite ab Fig. 237 zu einem vollen Halbkreis an, so wird die Linie ab wie vorhin in lauter gleiche Theile getheilt und aus jedem Theilungspuncte eine Perpendicularlinie hinauf bis an den Bogen gezogen. Dann werden die Längen der Diagonalen, die Grade av und eb, jede besonders aufgetragen und in eben so viel gleiche Theile getheilt, auch die aus den Theilpuncten heraufgezogenen Perpendikel mit denen auf der Linie ab der Reihe nach gleich lang gemacht. Dadurch erhält man, wie vorhin durch die Grade, flache Bogen, welche genau dieselbe Höhe haben wie der zu der Kappe ab verlangte volle Kreisbogen. Da aber die in Fig. 237 punctirten Diagonalen av und eb sich nicht wie in einem rechtwinkeligen Raume in der Mitte desselben durchkreuzen, sondern hier der Durchschnittspunct x sehr aus der Mitte liegt, so können die Gradbogen füglich nicht über die Diagonallinien eb und av gestellt werden, weil sonst die Kappen eine irreguläre Form bekämen, was nicht sein darf.

Man ist daher genöthigt, den Gradbogen av und eb nicht in den Durchschnittspunct x, sondern in der Mitte ihrer Länge die größte Höhe der Kappe aqb nebst dem 60sten Theil der größeren Diagonalen eb zu geben. Nun werden im gegenwärtigen Falle beide Lehrbogen in der Mitte durchschnitten und so viel als möglich in der Mitte des irregulären Raumes veab in u auf einen hölzernen Klotz, den man Mönch nennt, aufgestellt.

Die Grade bleiben hier zwar nicht in gerader Richtung aus den Winkeln laufend, welcher Mißstand jedoch nicht zum Nachtheile des Gewölbes beiträgt; weit mißlicher wäre es hingegen, wenn die Grade und Kappen zu sehr verschoben würden.

Um im voraus in der Zeichnung eines verschobenen Kreuzgewölbes angeben zu können, wo die durchgeschnittenen vier halben Bogen zusammentreffen werden, oder um die Gradlinien zu bestimmen, theile man die geraden Linien eb und av jede auf die Hälfte, also in zwei gleiche Theile, und mache mit der halben Länge eb aus b den Bogen ss und aus e den Bogen hx, desgleichen mit der halben Länge av aus a den Bogen ki und aus v den Bogen mp; wo sich nun diese 4 Bogen nähern, da ist der Ort, wo die Gradlinien zusammenlaufen, und man findet zugleich, um wie viel die 4 halben Bogen daselbst auseinander stehen, die alsdann durch die Brettstücke ergänzt werden müssen.

Sind nun die Bogen, sowohl die Gurtbogen als auch die Schildbogen oder Kappenbogen, welche an die Mauer gehören, abgebunden, so werden sie alle 4 aufgerichtet und dann wird, wenn das Gewölbe Fig. 234 ein reguläres ist, ein ganzer Gradbogen von a nach c gestellt, nach der andern Diagonale aber von b nach d werden zwei halbe Bogen aufgestellt, welche sich bei o an einander schließen, weshalb aus der Mitte dieses Bogens so viel ausgeschnitten werden muß, als die Dicke des Diagonalbogens ac belangt, und, damit sich diese Bogen nicht setzen können, durch den Mönch u unterstützt. Bei großen Gewölben muß man den Bogen Sohlhölzer und Biegen geben, wie Fig. 236 zeigt, bei kleinen hingegen können diese wegbleiben. Wenn der Schild von o nach f oder g lang ist, so werden noch Mittelbogen eingerichtet, wie hier bei hi einer bezeichnet ist.

Dieser Bogen ist ein Abschnitt von dem Kappenbogen, dem er entgegenliegt, und wird erhalten, wenn man die Höhe, in der er liegt, auf den Kappenbogen aufträgt und das Kreissegment nach dieser parallel mit der Basis abschneidet.

Man läßt aber ein Stück Brett an dem Segment stehen, welches zu beiden Seiten, um zwischen die Gurtbogen eingestellt werden zu können, in senkrechter Linie abgeschnitten und an den Kanten auf dem Diagonalwinkel abgeschrägt wird. Wenn die Gewölbebogen so weit gerichtet sind, so kann ein geübter Maurer ohne weiteres anfangen aus freier Hand zu wölben, sicherer aber ist es in jedem Falle, wenn man die Bogen mit Schalbrettern überlegt und so in den 4 Ecken zugleich anfängt zu mauern. Die Schalung wird jedoch niemals auf einmal eingelegt, sondern nur theilweise, wie das Gewölbe zunimmt.

Wie bei den Kappengewölben werden auch hier die Schalbogen auf aufrechtstehende Säulen oder Mönche gestellt und mit Keilen unterlegt, damit diese nach vollendeter Wölbung gelüftet und ausgehoben werden können.

Bei der Mauerung der Kreuzgewölbe, welche in der oberen Ansicht Fig. 234 dargestellt ist, hat man hauptsächlich darauf zu sehen, daß, da bei einem Kreuzgewölbe die 4 Ecken desselben das Widerlager bilden müssen und sich daselbst, wie schon bemerkt wurde, aller Schub und Druck vereinigt, in diesen Ecken der Verband der Steine vorzüglich hergestellt werde.

Die Verbindung muß daher so hergestellt werden, daß man den Graden mehr Stärke geben und solche, im Fall das Gewölbe $^1/_2$ Stein stark wird, 1 Stein stark machen kann; im letzteren Falle bekommen die Steine die Richtung gk. Die Wölbung wird in den 4 Ecken gleichzeitig angefangen und sowohl bei einem 1 Stein starken Gradbogen, wie bei den halbfußigen Kappen einerlei Fugenschnitt beibehalten, wobei zu bemerken ist, daß diese Fugen als Centralfugen nicht überwölbt werden; und da die Wölbungsart der Kappen auf den Schwalbenschwanz ist, so erhält jede Schicht ihre eigene Verspannung. Die vier, 1 Stein starken Grade oder Gurte stehen über dem Gewölbe auf der obern Seite, wie Fig. 234 bei bd und ac zeigt, um $^1/_2$ Stein über die Oberfläche vor. Der Steinverband dieser Gurtbogen ist Fig. 238 in 2 Schichten in größerem Maßstabe dargestellt. Fig. 239 zeigt, wie die Steine zugehauen werden müssen, damit jede Schicht ihre eigene Spannung erhalte. Damit die Maurer während des Wölbens immer die Richtung der Schichten nach gk, welche mit der Mauer einen halben rechten Winkel macht, beibehalten, bedienen sie sich entweder der unter einem Winkel von 45 Graden zusammengefügten Bleiwage, oder sie schneiden sich unter diesem Winkel ein Brettstück ab, welches sie als Chablone benutzen. Dieses Schrägmaß wird an die Mauer gehalten und die Mauerschicht darnach gerichtet. Sind die 4 Ecken ausgemauert und ist der Zusammenstoß eingetreten, so wird der Verband nach dem früher beschriebenen Kappengewölbe hergestellt.

§. 176.

Das Kuppelgewölbe.

Das Kuppelgewölbe kann unter zweierlei Formen vorkommen. Entweder es bildet Fig. 240 und 241 eine hohle Halbkugel, welche auf einem kreisförmigen Unterbaue ruht, oder es erscheint wie in Fig. 242 und 243 als eine hohle Halbkugel, welche von 4 senkrechten Mauern durchschnitten wird.

Wir betrachten zunächst: 1) Die Kuppel im runden Raume. Setzt man auf einen kreisrunden Unterbau Fig. 240 ein hohles, halbkugelförmiges Gewölbe Fig. 241, so laufen die immer kleiner werdenden Schichten dieses Gewölbes mit dem Unterbau immer concentrisch, bis ein einziger Schlußstein im Scheitel das Ganze schließt. Die sämmtlichen Fugenschnitte gehen verlängert nach dem Mittelpuncte der Halbkugel und

der Schlußstein bildet einen abgestumpften Kegel, welcher oben und unten durch ein Stück der Kugelfläche begrenzt wird. Nöthigen Falles kann man anstatt des Halbkreises auch ein anderes Liniensystem wählen, z. B. eine Ellipse.

Wird die Kuppel aus gebrannten Mauersteinen gewölbt, so pflegt man sie einen Stein stark zu machen, weil die breit gelegten halben Steine auch bei geringem Durchmesser einen schlechten Verband geben würden. Der Schlußstein wird aus einem Stück Haustein gebildet, oder eigens geformt und gebrannt.

Die einzelnen Steinschichten schließen immer in sich selbst rund und in wagerechter Ebene ab, man kann daher nach Belieben mit jeder Schicht das Gewölbe aufhören und eine beliebig große Oeffnung lassen. Diese Eigenthümlichkeit macht die Kuppelgewölbe besonders zu solchen Anlagen geschickt, wo man dergleichen Oeffnungen wünscht, z. B. zu Aufziehöffnungen in gewölbten Magazinen ꝛc. Die Füße des Gewölbes erhalten ringsum eine Hintermauerung, wie dies bei abc und def in Fig. 241 angedeutet ist.

Da ein Gewölbe auf seine Widerlager um so weniger drückt und schiebt, je leichter es ist, so pflegt man Kuppeln, welche aus Haustein oder Gußmörtel construirt sind, mit Vertiefungen reihenweise auszuhöhlen und dadurch zu erleichtern. Diese Aushöhlungen des Gewölbes heißen Cassetten. Sie erhalten in der Regel eine quadratische Umrißform und werden nach der Dicke des Gewölbes hin schmaler, so daß jede einzelne eine abgestumpfte vierseitige Pyramide bildet, deren größere Fläche an der Unterfläche des Gewölbes liegt. Solcher Cassetten ordnet man mehrere Reihen übereinander an, so daß sie nach oben immer kleiner werden; etwa 20 solcher Cassetten im Umkreise und höchstens 4 Reihen der Höhe nach. Zwischen diesen Cassetten, sowohl der Breite als Höhe nach, bleiben sogenannte Stege stehen, welche die volle Gewölbestärke erhalten und etwa den dritten Theil der Cassette breit sind. Der Schub einer Kuppel im runden Raume ist auf allen Puncten der Umfangsmauern gleich groß.

Der oberste Theil der Kuppeln bildet einen sehr flachen Bogen, und diese geringe Steigung ist Ursache, daß man bei großen Kuppeln den ganzen oberen Theil offen läßt und nur mit einem Kranze abschließt.

Bei großen Kuppeln bildet man solche Kränze von Hausteinen, bei solchen, die von Ziegeln gewölbt sind und dem gewöhnlichen Gebrauche

dienen, macht man den Kranz zum Schutze des Mauerwerks von Eichenholz.

Da eine runde Mauer gegen eine gerade mehr Standfähigkeit hat, so erfordert eine Kuppel nur etwa den achten Theil ihres Durchmessers zum Widerlager. Daß hier mit der Höhe des Unterbaues auch die Stärke des Widerlagers wachsen muß, versteht sich von selbst.

Noch hat die Kuppelwölbung den wesentlichen Vortheil, daß man zu ihrer Wölbung keine Verschalung braucht — ausgenommen wenn sie von Gußwerk ist. — Man stellt nur kreuzweise zwei Lehrbogen auf, um die Richtung nicht zu verfehlen, und wölbt das Ganze aus freier Hand.

Die Fig. 244 zeigt die Anordnung einer achteckigen Kuppelwölbung von Backsteinen, wie sie im Jupitertempel zu Spalatro im Palaste des Kaisers Diocletian angewendet wurde. Aus der fächerartigen Verbindung ergiebt sich eine große Festigkeit der Construction.

§. 177.

2) Die Kuppel im viereckigen Raume. Fig. 242 und 243 denkt man sich über dem quadratischen Raume abcd Fig. 242 eine Kuppel von dem Durchmesser ac so aufgestellt, daß die vier Seiten des Quadrates ab, bc, cd und de diejenigen Stücken der Halbkugel abschneiden, welche außerhalb der Grenze des Quadrats fallen (wie z. B. agb und bch); so entsteht das verlangte Gewölbe.

Der auf der Diagonale des Quadrats ac beschriebene Halbkreis agbhc stellt denjenigen größten Bogen vor, dessen Endpuncte bis in die Ecken des Quadrats hinunterreichen.

Zieht man von den Puncten e und f, wo der im Quadrate beschriebene Kreis die Diagonale ae schneidet, senkrechte Linien nach g und h, so bezeichnen diese Senkrechten ge und hf die senkrechten Mauern des Quadrats, die Bogen ga und hc aber die Längen des Gewölbes, welche bis in die Ecken hinunterreichen, und der Bogen gbh den Bogen desjenigen Kugelabschnittes (calotte), welcher über dem Quadrate so liegt, daß sein Grundkreis die vier Mittelpuncte der Linien des Quadrats bei klmn berührt. Fig. 243 zeigt den Querdurchschnitt des Gewölbes nach der Richtung ln genommen.

Die Buchstabenbezeichnung ist dieselbe wie in Fig. 242. Die Linie lb würde in der Projection des Grundrisses, die Linie aeM, die Linie

bn, eben so die Linie Mib andeuten. Der Zwickel gkl entspricht im Grundriß dem Zwickel leka u. s. w.

Durch Betrachtung der Figuren findet man, daß der Seitenschub nach den Diagonalen hingeht, da der Schub des oberen Kugelabschnittes sich in diese hinein verlängert. Also haben nur 4 Ecken abcd des Gewölbes den Seitenschub auszuhalten, weshalb auch nur 4 Eckpfeiler aufgerichtet zu werden brauchen und die Stirnmauern oder Schildmauern fehlen können. Dieser Fall tritt oftmals ein, da dergleichen Kuppeln gewöhnlich nur zwischen 4 im Quadrat gestellten Pfeilern eingewölbt vorkommen.

Diese Kuppeln brauchen keine Schalung, sondern nur 2 übereck gestellte Lehrbogen und was sonst noch bei der Kuppel im runden Raume erwähnt wurde.

Will man demnach die Widerlagsstärke der 4 Eckpfeiler ermitteln, so muß dies nach der Länge der Diagonale geschehen, für welche man einen darauf errichteten Halbkreis als Bogen annimmt. Gewöhnlich nimmt man $^1/_5$ der Länge der Diagonale als Länge einer der Seiten der quadratischen Eckpfeiler.

Die große Bequemlichkeit, welche die Kuppel im viereckigen Raume zuläßt, hat diese Art von Gewölben sehr vielfältig in Anwendung kommen lassen.

Im Betreff der Festigkeit steht sie mit der Kuppel im runden Raume gleich, und es sind beide bei 1 Stein Stärke und gänzlich geschlossener Wölbung feuersicher.

Auch kann man sich Kuppelgewölbe über vieleckigen Räumen errichtet denken. Wäre z. B. die Grundform ein Achteck und die Kuppel sollte eine Halbkugel werden, so würde sie 8 Zwickel bekommen, und der im Achteck beschriebene Kreis würde die Größe des Kugelabschnittes andeuten, welcher auf dem achteckigen Grundrisse so ruhte, daß er die Mittelpuncte aller Seiten des Achtecks berührte.

Der Schub der Kuppel über vieleckigen Räumen geht nach den Ecken des Vielecks, die also nur stark genug zu sein brauchen, um ihm Widerstand zu leisten. In die Stirnmauern werden nach der Steigung der Bogen Rinnen eingehauen. — Bildet die Wölbung ein Viertheil Kugelgewölbe, so wird es ein **Riechengewölbe** genannt.

§. 178.

Das böhmische Kappengewölbe.

Das böhmische Kappengewölbe ist eben so vortheilhaft anzubringen, wie das Kreuzgewölbe und Kuppelgewölbe. Auch kommen die böhmischen Gewölbe ihrer leichtern Herstellung wegen öfter in Anwendung als die Kreuzgewölbe. Sie dienen sowohl in großen Prachtgebäuden zur Ueberwölbung der Treppenhäuser, in Kirchen zur Ueberwölbung verschiedener Gemächer, wie auch in Brauereien, Kaufhäusern, Fabriken und Ställen finden sie Anwendung.

Von den Kreuzgewölben unterscheiden sie sich dadurch, daß sie keine Grade bilden, sondern wenn die Schilde herausgemauert sind, bildet das Gewölbe eine gedrückte hohle Kugel, aus welcher von vier Seiten Bogen ausgeschnitten sind.

Fig. 245, 246, 247 stellt das böhmische Kappengewölbe vor. Das System desselben ist gleich dem der Kuppel im viereckigen Raume, nur mit dem Unterschiede, daß der über der Diagonale des Quadrates errichtete Bogen kein Halbkreis, sondern nur ein Stück Kreisbogen kleiner als ein Halbkreis ist (ein Stichbogen). Hieraus ergeben sich für die vier Bogen an den Stirnmauern ebenfalls nur Stichbogen, und das Ganze bildet einen in vier kurze Zwickel auslaufenden hohlen Kegelabschnitt. Fig. 245 zeigt den Grundriß mit dem Gewölbe von oben gesehen. Es wird einen ganzen Stein stark gewölbt. In jeder der vier Ecken wird mit einem dreieckigen Stückchen Stein angefangen und die Wölbung immer breiter fortgesetzt, bis man an den Punct kommt, wo die Steinschicht einen Kranz bildet, welcher die 4 Mittelpuncte der 4 Seiten des Quadrats berührt. Von da ab laufen alle Schichten immer rund herum, jede in sich selbst geschlossen bis zum Scheitel, wie die Figur zeigt.

Die Fugenschnitte der Steine gehen alle nach demjenigen gemeinschaftlichen Mittelpuncte, aus welchem der Hauptbogen gezeichnet wurde.

Fig. 246 zeigt einen Durchschnitt nach der Linie CD des Grundrisses und Fig. 247 einen Diagonaldurchschnitt nach der Linie AB des Grundrisses. In Fig. 247 ist M der Mittelpunct für den über der Diagonale beschriebenen Bogen abc. In N Fig. 246 ist der Mittelpunct für einen der 4 Bogen an den Stirnmauern. Im Grundriß Fig. 245 ist einer dieser Bogen abc über der Linie ac gezeichnet. Will man in einem Grundrisse angeben, daß das Gewölbe ein böhmisches Kappenge-

wölbe sein soll, so muß man über allen vier innern Linien der Stirnmauern solche Bogen wie abc ziehen.

Den Hauptbogen macht man nicht gern niedriger als $^1/_6$ der Länge der Diagonale, weil das Gewölbe sonst zu wenig Haltbarkeit hat und der Seitenschub — im nassen Zustande des Mörtels — zu bedeutend wird.

Der Schub des Gewölbes geht wie bei der Kuppel im viereckigen Raume nach den 4 Ecken; diese dürfen also nur stark genug gemacht werden, um die Widerlager zu bilden.

Die Stärke der Widerlager richtet sich nach der größern oder geringern Höhe des Hauptbogens. Da nur vier starke Eckpfeiler als Widerlager gebraucht werden, so können die Schildmauern ganz fehlen, oder brauchen nur schwach zu sein. Den Eckpfeilern aber muß man mindestens den vierten oder fünften Theil der Länge der Diagonale zur Länge einer Seite der quadratischen Pfeiler geben. Auch über länglich viereckige Räume hat man dergleichen böhmische Kappen gespannt; nur muß das Rechteck sich möglichst dem Quadrate nähern und darf nicht länger sein als $1^1/_2$ der Breite des Raumes.

Für diesen Fall bestimmt man erst die Höhe des Diagonalbogens, verwandelt ihn dann in einen kürzern Bogen der schmalen Stirnmauern, wodurch der letztere ein steileres Verhältniß als ersterer bekommt. Dann werden in die 4 Stirnmauern die Rinnen der Bogen eingehauen (wenn man sie nicht gleich anfangs vorgemauert hat), und beginnt, nachdem man zuvor 2 Lehrbogen nach der Diagonale aufgestellt hat, die Wölbung in allen 4 Ecken zugleich. Die Zwickel des Gewölbes werden wie bei der Kuppel im viereckigen Raume mit dreieckigen Stückchen begonnen und immer mehr verbreitert, bis man einen Kranz erhält, welcher die vier Mittelpuncte der vier Seiten des Rechtecks berührt. Dieser Kranz wird aber nun kein Kreis, wie beim quadratischen Grundriß, sondern eine Ellipse, weil die Grundform länglich ist. Alle folgenden Schichten werden nun immer engere Ellipsen bis zum Scheitel.

Man wird leicht begreifen, daß, wenn das Rechteck gegen seine Breite zu lang wird, das Gewölbe nach der Länge zu wenig Spannung erhält, folglich zu wenig Festigkeit, und anstatt eines einzigen Schlußsteines eine ganze Reihe derselben, welches zur Festigkeit ebenfalls nichts beiträgt.

Macht man ein solches Gewölbe 1 Stein stark, so wird es bei mittlerem Ziegelmaße 10 Zoll stark. In Schlesien macht man für diese Art Gewölbe eigene Steine, welche 9 Zoll lang, 9 Zoll breit und $2^1/_2$

Zoll stark sind. Die geringere Höhe der Steine macht, daß die Gewölbe etwas leichter werden, was wegen des daraus erfolgenden geringern Seitenschubes zweckmäßig ist; sie werden mit der breiten Seite nach vorn im Kreise oder in der Ellipse herumgesetzt, je nachdem der Grundriß ein Quadrat oder ein Rechteck ist.

Die Fugen gehen nach den erforderlichen Mittelpuncten. Diese Gewölbe werden ohne Schalung aus freier Hand gewölbt und ihre Füße mit Hintermauerung versehen. Auch diese Gewölbe gewähren den Vortheil, daß man mit jeder Kranzschicht aufhören und eine beliebig große Oeffnung lassen kann.

Wegen der Stärke ihrer Gewölbe sind sie vollkommen feuersicher und gewähren alle Vortheile der gewöhnlichen Stichkappengewölbe, ohne ihre Nachtheile zu besitzen. Nur ist zu bedauern, daß die Maurer auf dem Lande sie in der Regel nicht anzufertigen verstehen.

Macht man die Hauptbogenhöhe = $1/4$ der Diagonale, so kann man, bei **1** Stein Stärke, solche Gewölbe über Räume von **16** bis **18** Fuß Durchmesser spannen.

Fig. **248** und **249** zeigen ein ganz flaches Gewölbe. Dasselbe ist auf dem Schwalbenschwanz in gut bindenden Gyps gemauert und hat die Form eines an **4** Ecken aufgehängten viereckigen Tuches — welches man sich aber nach oben gekehrt denken muß — wie die böhmische Kappe. Fig. **249** ist der Diagonaldurchschnitt dieses Gewölbes nach der Linie **A B** des Grundrisses. In den Ecken sind Sandsteinstücken **a a** gelegt, wogegen sich die übrigen aus Ziegelsteinen bestehenden Theile des Gewölbes spannen. Die Spannung beträgt auf **8** bis **9** Fuß Durchmesser nur etwa **3** Zoll, so daß, wenn die untere Ansicht des Gewölbes in der Mitte etwas stärker als nach den Seiten hin geputzt wird, das Gewölbe alsdann wie ein vollkommen scheitrechtes erscheint. Es ist $1/2$ Stein stark.

Diese Gewölbart ist in der neuern Zeit beim Bau des neuen Museums in Berlin angewendet worden. Der Lehrbogen dazu bestand aus etwas starken Bohlenstücken, die durch Querleisten verbunden und nach der Form des Gewölbes oberhalb abgerundet waren. In der Ausführung kommen sie ziemlich mit den d'Espiéschen Gewölben überein.

§. 179.

D'Espiésche Gewölbe.

Diese werden aus dünnen Fliesen auf der flachen Seite doppelt übereinander gelegt und mit vorzüglich gutem Gypsmörtel aufgeführt. Sie sind namentlich im südlichen Frankreich, wo sich Gyps von vorzüglicher Güte findet, im Gebrauch. Nach der Meinung des Erfinders, eines Grafen d'Espié, können die hölzernen Fußböden gänzlich wegfallen und statt deren soll ein Gypsstrich über dem Gewölbe angebracht werden. Da solche Gewölbe leicht durchgeschlagen werden können, so sind sie nicht feuersicher. Die beinahe scheitrechte Wölbung würde ein sehr starkes Widerlager erfordern; da aber das Gewölbe in augenblicklich bindenden Gyps gelegt wird, das Ganze also während der Arbeit und auch nach der Vollendung gleichsam nur einen Stein ausmacht, so findet so gut wie gar kein Seitenschub statt.

Wählt man Gyps als Mörtel, so hat man nur darauf zu achten, daß es nach Beendigung des Gewölbes niemals durch Feuchtigkeit leide, weil der Gyps sich sonst auflös't, ausdehnt und das Gewölbe einstürzen würde. Wie außerordentlich ein schnell bindender Mörtel zur Festigkeit der Wölbungen beiträgt, läßt sich aus Folgendem ersehen.

Bei dem neuen Berliner Museum wurde versuchsweise ein scheitrechter Bogen von 13 bis 14 Fuß Länge mit nur 1 — 2 Zoll Sprengung, einen Stein hoch und einen Stein breit, zwischen 2 starken Mauern in Cement gewölbt, und unmittelbar, nachdem der Schlußstein eingelegt und die Rüstung weggenommen war, ging ein starker Mann über den ganz frei schwebenden scheitrechten Bogen. Bei einer Einwölbung mit gewöhnlichem Kalk wäre das unmöglich gewesen.

§. 180.

Einige weniger übliche Gewölbearten sind:

Das Muldengewölbe, Fig. 250 ist ein doppeltes Tonnengewölbe, wobei cd und ab, ac und bd Widerlager werden.

Wenn dabei nach Fig. 251 die Wölbung vom Widerlager ab bis zum Widerlager cd nicht überspannt, sondern in den Puncten m und n anschließt, so daß im Scheitel die Linie mn eine scharfe Kante bildet, bei am, bm, cn, dn, so entsteht ein sogenanntes Walmgewölbe.

Auf ähnliche Weise entsteht das Spiegelgewölbe. Von den Umfassungsmauern aus erheben sich die Wölbungen in Viertelkreisen und schließen in der Mitte das scheitrechte Gewölbe (den Spiegel) mnop ein. Daß diese Art Gewölbe keine große Standfähigkeit haben, ist einleuchtend, namentlich darf der Spiegel gewisse Maße nicht überschreiten; eine Breite von 6 bis 8 Fuß würde das meiste sein, was man ihm geben könnte. Bei dem Spiegelgewölbe müssen in die Viertelkreisgewölbe Verstärkungsgurten eingezogen werden. In Italien findet man diese Gewölbe häufig in Guß ausgeführt. Außerdem findet man sie in Holz nachgebildet. In Stein gewölbt werden die Steine auf die hohe Kante eingesetzt und in Gyps vermauert.

§. 181.

Das Klostergewölbe in einem Quadrate ausgeführt, Fig. 252. Davon erhält man eine deutliche Vorstellung, wenn man sich von Papier 4 Dreiecke geschnitten denkt, die mit ihren Grundlinien auf den 4 Widerlagsmauern ruhen und mit ihren Spitzen in e zusammengebogen sind. Der Gewölbebogen ist an den 4 Seiten ein halber Kreis und bildet daher in den Graden oder scharfen Kanten aec und bed zwei elliptische Linien. Dieses Gewölbe ist daher vom Kreuzkappengewölbe wesentlich verschieden, wenn es auch mit ihm einerlei Grundrißform hat.

Die Steinschichten laufen mit den Umfassungsmauern einen halben Stein stark parallel. Die Hintermauerung geht wie bei den Tonnengewölben bis zur halben Höhe des Gewölbes hinauf.

Alle 4 Umfassungsmauern haben, wie bei dem Tonnengewölbe, einen gleichen Seitendruck auszuhalten; man bestimmt daher ihre Stärke wie bei den Tonnengewölben. Die Grade werden hier nicht verstärkt wie bei den Tonnengewölben eingespannt, sondern sie bilden nur scharfe Kanten, welche ebenfalls nicht stärker als $1/2$ Stein sind.

Dergleichen Klostergewölbe kann man sich auch über regelmäßig vieleckigen Räumen denken, da dann eben so viel dreieckige Kappen entstehen als das Vieleck Seiten hat.

§. 182.

Das kreisförmige Gewölbe. Denkt man sich einen halbkreisförmigen Gurtbogen auch nach unten hin in derselben Art geschlossen, so entsteht ein Kreisgewölbe. Ein solches Gewölbe findet seine Anwen-

dung namentlich bei großen Brücken, wo man, um den Untergrund ganz gleichmäßig zu belasten, die Bogen ganz kreisförmig einwölben kann, wie dies z. B. bei der noch aus der Römerzeit herstammenden Brücke geschehen ist, die zu Rom unter dem Namen ponte di quatre Lagi bekannt ist.

Von ganzen Kreisgewölben kann man noch Anwendung machen bei Fundamenten der Gebäude, ebenfalls in der Absicht, um den Untergrund gleichmäßig zu belasten, was bei Halbkreisbogen, die auf einzelnen Pfeilern stehen, nicht der Fall ist, indem dann der Untergrund nur auf den Puncten gedrückt wird, wo die einzelnen Pfeiler zu stehen kommen. Bei der Kreiswölbung gewinnt man aber an Festigkeit; man spart das Material in den Bogenöffnungen und erreicht überdies eine größere Festigkeit des Mauerwerkes, als bei gerade durchgemauerten Schichten.

Bei sehr hohen Fundamentmauern kann man den unteren Halbkreis der Gewölbe von dem oberen noch durch zwischengemauerte kurze Pfeiler trennen, wodurch bei beinahe gleicher Festigkeit noch mehr Material gespart wird.

§. 183.

Das eifömige Gewölbe ist einer ähnlichen Anwendung fähig wie der ganze Kreis. Die Eiform ist bekanntlich eine der festesten. Bei dem Londoner Tunnel hat sie eine Gewölbestärke von $1^1/_2$ Fuß rhein. Die Spitze ist nach oben, als nach der Seite des stärksten Druckes gerichtet. Nach diesem Beispiel hat man auch bei Eisenbahntunneln die Eilinie als Gewölbe vielfach mit großem Vortheil angewendet.

§. 184.

Das Spitzbogen- oder altdeutsche, auch gothische Gewölbe genannt. Das eigentliche Kreuzgewölbe.

Die Bogenform dieses Gewölbes besteht in zwei sich schneidenden Kreisstücken. Fig. 253 zeigt den Grundriß, Fig. 254 den Querschnitt eines solchen Gewölbes. Es hat daher, wie man sieht, ein mit der Kreuzkappe ganz gleiches System, nur findet der Unterschied statt, daß der Bogen kein Halbkreis, sondern ein Spitzbogen ist. Hieraus aber folgen sehr wichtige Ergebnisse für das Ganze.

Der Spitzbogen ist an sich fester als der Halbkreis, weil die Brechungsfuge dem Scheitel des Gewölbes näher rückt und bei sehr steilem

Bogensystem ganz über den Gewölbebogen hinausfällt, welches z. B. der Fall wäre, wenn man den Halbmesser des Kreises, mit dem man den Spitzbogen beschreibt, ungefähr $1^1/_2$ mal so lang macht und darüber, als die lichte Oeffnung des Gewölbes ist.

Der Seitenschub eines solchen Gewölbes ist erstens an sich schon viel geringer als der eines halbkreisförmigen, und er wird um so geringer, je steiler man den Wölbbogen wählt; die Widerlager können daher auch verhältnißmäßig bedeutend schwächer werden, wodurch wieder nicht unbedeutende Ersparung entsteht.

Stellt man für die Wölbung der Gradbogen Lehrbogen auf, so können die Kappen aus freier Hand eingewölbt werden, und man braucht daher kein anderweitiges Lehrgerüst und keine Verschalung.

Der Seitenschub geht hier wie bei der Kreuzkappe nur nach den Ecken des Gewölbegrundrisses; die Stirn- oder Schildmauern können demnach, da sie keinen Seitenschub auszuhalten haben, entweder ganz fehlen, oder sie brauchen nur so stark zu sein, um sich allein tragen zu können, wenn nur die Eckpfeiler stark genug gemacht werden. Bei dieser Art von Gewölben heißen die Eckpfeiler Strebepfeiler, weil sie allein gegen den Seitenschub anstreben.

Die Steilheit der Bogen gestattet die Stärke der Kappen sehr dünn anzunehmen, ja man hat Beispiele, daß in altdeutschen Kirchen die Stärke der Gewölbekappen nur 4 Zoll beträgt. Da die Quer- und Gradgurten das Ganze stützen und tragen, so werden sie bedeutend stärker als die Kappen und selten unter 1 Fuß stark gemacht; das Gewölbe wird aus Mauersteinen aufgeführt, da man dann die Kappen gewöhnlich einen halben Stein und die Gurten und Grade einen ganzen Stein stark zu machen pflegt.

§. 185.

Das sogenannte Sterngewölbe ist in Fig. 255 und 256 dargestellt. Wächst nämlich der Raum, welchen ein Kreuzgewölbe überspannen soll, so an, daß man für die Festigkeit der dünnen Kappen zu sorgen hat, so legt man außer den 4 Gradgurten noch Zwischengurten an, welche alsdann kleinere, folglich festere Kappenräume bilden. In dem Grundrisse des Sterngewölbes Fig. 256 sind aMd und bMc die Hauptgradgurten; man hat jedoch auch außerdem noch zur Verkleinerung der Kappen die Grade eM, fM, gM und hM eingewölbt und die so entstandenen

Kappen, wie aMe, noch wieder durch die Gurten ap, pM verkleinert. Von der sternartigen Form, welche die Grade bilden, haben diese Gewölbe ihren Namen erhalten.

Im Scheitel stoßen diese Grade alle zusammen und bilden den Schlußstein, den man sich bei jedem Kreuz- und Sterngewölbe als einen eingewölbten Kranz denken kann, so daß im Scheitel des Gewölbes anstatt des Schlußsteines ein offenes beliebig großes Loch verbleibt.

Der um das Loch kreisrund gelegte Kranz erhält die Stärke der Gradbogen, und in den altdeutschen Kirchen findet man solche Oeffnungen in den Scheiteln der Gewölbe als Schall- oder Luftlöcher angebracht. Dergleichen Sterngewölbe hat man auch oft nur deswegen angeordnet, um durch die Vermehrung der Gurten der Gewölbefläche eine zierlichere Form zu geben.

§. 186.

Das normännische oder Fächergewölbe. Fig. 257, 258 und 259.

Es hat seinen Namen von den normännischen Abkömmlingen in England, die sich dieser Wölbungsart vielfach, namentlich bei kleineren Räumen, wie bei Capellen und Sälen, bedienten, und dann von der fächerartigen Form, welche die Gewölberippen (Grade) bilden.

Als Unterschied gegen den hohen altdeutschen Spitzbogen ergiebt sich, daß bei dem normännischen Gewölbe der Bogen aus zwei sich schneidenden Viertheil-Ellipsen gebildet wird (wie sie Fig. 198 und 199 gezeichnet sind).

Fig. 258 zeigt den Grundriß, Fig. 257 den Durchschnitt einer solchen Anordnung. Die Gewölbe breiten sich von den sie unterstützenden Pfeilern so lange kreisförmig aus, bis diese Kreise sich gegenseitig berühren. Die deutlichste Vorstellung kann man sich hiervon machen, wenn man sich stark nach außen geschweifte Champagnergläser so an einander gestellt denkt, daß ihre oberen Kreise sich berühren; die Stiele der Gläser würden dann die Pfeiler, die Schweifungen des Glases oben die Gewölbe bedeuten.

Zwischen je vier solchen Gewölben bildet sich dann ein offener Raum, welcher durch ein besonderes flaches Gewölbe (einen sogenannten Spiegel) geschlossen wird. Diesem Spiegelgewölbe noch mehr Festigkeit, und den Gewölben selbst mehr Spannung zu geben, wird zwischen den 4 Kreisbogen der Gewölbe noch ein Kranz eingewölbt, welcher abermals die

Gewölbe berührt, wie Fig. 258 bei k zeigt. L zeigt einen der offenen Räume ohne eingewölbten Kranz.

In diese Kränze wurden tief herunterhängende Schlußsteine eingesetzt, wie in Fig. 259 ein solcher bei A dargestellt ist.

Diese Gewölbe üben vermöge des flachen Bogens, welchen sie bilden, einen sehr bedeutenden Seitenschub auf die Strebepfeiler aus, welche eben darum sehr stark sein müssen; auch verursacht die an sich flache Lage der Gewölbe und namentlich der zwischen ihnen befindlichen fast scheitrechten Spiegel, so wie die schweren tief herunterhängenden Schlußsteine, daß sie an sich keine übermäßige Festigkeit haben, weshalb sie sich zur Ueberwölbung großer Räume nicht eignen.

Man hat daher diese Art von Gewölben immer nur bei kleinen Abmessungen in Stein, sonst aber bei größeren Maßen immer in Holz ausgeführt.

In Stein ausgeführt bedürfen sie, wie die Kreuzgewölbe, keiner Verschalung, sondern nur aufgestellter Lehrbogen, um die Richtung des Gewölbes nicht zu verlieren.

§. 187.

Die Topf- und Gußgewölbe.

Die Hauptursache der Erfindung dieser Gewölbe war unstreitig, durch Anwendung vermauerter hohler Töpfe den Gewölben mehr Leichtigkeit zu geben, und dadurch den Seitenschub zu vermindern und auch die Widerlager schwächer machen zu können, als wenn man gebrannte Mauersteine oder Hausteine zur Wölbung verwendet hätte.

Dergleichen Wölbungen haben schon die alten Römer zu Gurtbogen — wie bei Stadtthoren — auch zu Kuppeln und andern Gewölben benutzt. Die Form der Töpfe ist gewöhnlich die eines Cylinders, an einem Ende offen, am andern mit einer Spitze versehen, um sie in einander schieben zu können. Sie sind von verschiedener Stärke, die kleinsten haben etwa 3 Zoll Durchmesser und ihre Länge mit der Spitze beträgt etwa 6 bis 7 Zoll. Außer diesen hatte man auch größere Töpfe von etwa $2^5/_6$ Fuß Länge und etwa $^2/_3$ davon zum Durchmesser, welche zur Hintermauerung der eigentlichen Topfgewölbe angewendet wurden.

Fig. 260 zeigt eine Hälfte des Durchschnitts der mittleren Kuppel in der Kirche St. Vitale zu Ravenna, welche im 6ten Jahrhundert erbaut worden ist. Der mittlere Raum, welcher wie die ganze Kirche im

Grundrisse die Form eines regelmäßigen Achtecks hat, ist oben mit einem halbkugelförmigen Topfgewölbe von circa 50 Fuß Durchmesser bedeckt, was über die anderen Theile des Gebäudes emporragend eine Laterne bildet. Das Gewölbe besteht oben aus zwei und unten an den Widerlagern aus drei Lagen von Töpfen, die spiralförmig, wie in Fig. 261, in einander gefügt sind. Die einzelnen Töpfe haben 3 Zoll Durchmesser und 6—7 Zoll Länge; sie sind außerhalb schraubenartig gefurcht und an dem offenen Ende mit einem vorstehenden Rande versehen. Die Hintermauerung dieser Kuppel sowohl, als die senkrechten Widerlager derselben, sind aus aufrechtstehenden Henkeltöpfen gebildet: Fig. 262 A und B. Bei A ist ein solcher Topf in der äußern Ansicht, bei B im Durchschnitt dargestellt. Sie haben 8 Zoll im Durchmesser und 22 Zoll Länge. Hier, wie auch in der Kuppel sind die Zwischenräume der Töpfe mit einem Guß von Puzzolane ausgefüllt.

In der neuesten Zeit hat man in Frankreich wieder angefangen, von diesen Topfgewölben Anwendung zu machen, und sie namentlich dazu benutzt, gerade feuerfeste Decken daraus zu bilden; da aber solche scheitrechte Gewölbe für größere Räume sich nicht würden frei getragen haben, so war man genöthigt, die hohlen Steine oder Töpfe auf eiserne Gerüste zu setzen und die Töpfe mit Gyps zu vergießen.

Den ersten Versuch mit der Erneuerung des Topfbaues begann man in der großen Branntweinhalle (halle à l'eau de vie), wo es darauf ankam, über den zur Aufbewahrung des Branntweins bestimmten Kellerräumen möglichst leichte Decken zu construiren, die bei großer Spannung nur schwacher Wiederlager bedürfen, um den Raum nicht zu beengen, und die zugleich, rücksichtlich der leichten Brennbarkeit des Branntweins, wenigstens eine so schnelle Verbreitung des Feuers, wie es Holzdecken gethan haben würden, verhindert hätten.

Diese Gewölbe waren nach einem flachen Kreisstück von etwa 60 Grad Mittelpunctswinkel construirt, die Töpfe standen in der Wölbung aufrecht nach dem Fugenschnitte. Das Gewölbe ist 8 Zoll stark, die Spannweite beträgt 16 Fuß und die Stärke der Widerlager nur $1^1/_2$ Fuß.

Es ist aber nicht zu vergessen, daß durch das Vergießen der Töpfe mit Gyps, gleich von vorn herein, wegen der schnellen Bindung des Mörtels (des Gypses), fast aller Seitenschub aufgehoben wurde.

Die Töpfe selbst hatten hierbei die Form eines hohlen, an beiden Enden geschlossenen Cylinders. Seine Länge beträgt 8 Zoll, sein Durch-

messer 4 Zoll und die Stärke seiner Wände $^1/_4$ Zoll. Ein solcher Topf wird auf einer gewöhnlichen Scheibe mit der Hand gedreht und nachher oben und unten mit einem bereit gehaltenen Deckel geschlossen. Sobald er fertig ist, wird in dem untern Theile der Seitenwand ein kleines Loch durchgebohrt, um der innern Luft beim Brennen einen Ausweg zu schaffen. Zur Aufsetzung des Gewölbes werden leichte Lehrgerüste aufgestellt, diese genau mit Brettern verschalt (in flacher Kappenform), dann die Steine möglichst dicht gurtweise aneinander gelagert und hierauf die Zwischenräume mit Gyps vergossen. Die Lehrbogen können schon den Tag nach der Anfertigung weggenommen werden.

Bei der neuerbauten Börse in Paris, wo man ebenfalls leichte und feuersichere Decken, aber mit geraden Flächen zu erhalten wünschte, wendete man Töpfe an, die ungefähr doppelt so groß wie in der halle à l'eau de vie, man hielt es aber für nöthig, zur Unterstützung dieser flachen Gewölbe Träger von Stabeisen anzubringen. Diese Träger, welche aus einem geraden und einem damit verbundenen gebogenen Eisenstabe bestehen, überspannen die etwa 13—14 Fuß weiten Räume und liegen 4 Fuß von einander entfernt.

Zwischen diesen Eisenverbindungen sind die Töpfe senkrecht so eingesetzt, daß sie ein scheitrechtes Gewölbe bilden, wobei diejenigen Töpfe, welche gerade auf Querriegel treffen, unterhalb mit einem Einschnitt versehen sind, damit hierdurch ein guter Verband möglich gemacht werde. Alle Zwischenräume sind hierauf mit Gyps vergossen, die untere Ansicht des Gewölbes und der Boden darüber gerade ausgeglichen und letzterer mit Fliesen belegt.

Das Neueste über diesen Gegenstand findet man in der Wiener Allg. Bauzeitung von Förster zusammengestellt. Aus dem Jahrgange 1837, Nr. 40 rc. entnehmen wir Folgendes. Siehe Fig. 263—268.

Der Rost einer ordinären Decke besteht in der Regel, wie in Fig. 263, aus einem eisernen Bogen aa, welcher an beiden Enden, wo er in die Mauer befestigt wird, umgeben werden muß, um ihn verankern zu können. Der Bogen erhält sich als solcher, indem bei bb zwei schwache eiserne Schließen cc angebracht sind, die durch ein Band d in der Mitte des Bogens aufgehängt werden, das verschraubt wird.

Diese so gefertigten Roste werden beiläufig 12 Fuß weit von einander in das Gemäuer befestigt und die Zwischenräume von je zwei Rosten durch eiserne Schließen, von gleicher Dicke wie die am Roste, und mit

ihnen parallel laufend, untertheilt (d. h. es liegt alle 6 Fuß weit eine solche Schließe). Sämmtliche Schließen werden dann durch quer über sie fortlaufende andere Eisenbänder, 2 an den Ecken, 3 in gleichen Zwischenräumen, verbunden.

Sind alle diese Eisentheile zusammengesetzt, so erhält man ein vollständiges Gerüst, wie in Fig. 265, dessen Felder sofort mit hohlen Ziegeln von 6 Zoll 10 Linien bis 7 Zoll 7 Linien Höhe und 3 Zoll 8 Linien bis 4 Zoll 4 Linien im Durchmesser vollgesetzt und dann mit Gyps vergossen werden.

Fig. 266 zeigt einen der Bogen am Ende mit der Schließe und dem Anker. Fig. 264 zeigt eine der Topfreihen, mit dem darüber befindlichen Fliesenfußboden und dem darunter befindlichen Lehrgerüst, worauf die Schalungsbretter liegen. Fig. 267 zeigt solche Töpfe in der Ansicht und im Durchschnitt, und Fig. 268 dieselben in ihrer Stellung im Grundrisse.

§. 188.

Gußgewölbe ohne Anwendung von Töpfen.

Diese werden in der Art ausgeführt, daß man zuerst ein Lehrgerüst aufstellt und dieses nach der gegebenen Bogenform mit Brettern verschalt. Auf diese Verschalung wird der aus leichtem Gestein als: Bimsstein, Tuff, Schlacken mit Puzzolanmörtel gemischter Béton schichtenweise von unten nach oben aufgetragen, so dick als die Wölbung werden soll.

Es ist hierbei darauf zu achten, daß man eine nächst obere Schicht nicht eher auftrage, als bis die nächst untere getrocknet ist, welches bei dem sehr schnell trocknenden Mörtelguß in wenig Tagen geschieht. Wird die neue Lage zu früh aufgebracht, so entstehen wegen des gewaltsamen Zusammenziehens der Masse bei dem Trocknen große Risse und Sprünge.

In Calabrien pflegt man ganze Brückenbogen, wenn sie nicht groß sind, auf ähnliche Art zu gießen, und arme Leute bereiten sich auf diese Art ihre Hütten selbst. Zu einer Brücke werden Steine so aufgeschichtet, daß sie die Form des Brückenbogens darstellen, über diese wird wieder kleineres Gestein geschichtet und dasselbe mit Puzollanmörtel vergossen. Ist das Ganze gehörig trocken, so räumt man die unteren Steine fort und die Brücke steht fertig da.

Bei Hütten verfährt man auf ähnliche Weise. Vor allem schichtet man große Steine kegelförmig aufeinander, auf diese bringt man schichten-

weise einen Guß, aus kleinen Steinen und Puzzolane bestehend, so daß man da, wo die Thüre sein soll, eine Oeffnung läßt. Ist der Guß trocken, so räumt man durch die Oeffnung den Steinkegel innerhalb fort, und man erhält nun einen kegelförmig gewölbten Raum, welcher einem Bienenkorbe sehr ähnlich sieht.

Ist für ein Gußgewölbe der Raum sehr groß, so daß man für die Festigkeit desselben zu fürchten hat, so wölbt man nach Fig. 269 ringsherum erst Gurten von Ziegelsteinen, läßt dieselben austrocknen und füllt alsdann die Zwischenräume mit Gußwerk. Dadurch wird der Raum in viele kleinere Theile getheilt, das ungleiche Setzen sowie das Reißen des Gusses verhindert und doch eine bedeutend größere Leichtigkeit des Ganzen erzielt.

Die Stärke der Widerlager solcher Gewölbe kann man etwa $^3/_4$ so stark machen, als sie bei gewöhnlicher Steinconstruction geworden wären. Zieht man eiserne Hülfsanker so lange ein, bis der Guß trocken ist (worauf die Anker wieder entfernt werden), so brauchen die Widerlagsmauern nicht stärker zu werden, als sie vermöge ihrer Höhe, ohne Rücksicht auf das Gewölbe, sein müssen, da das Gewölbe im trocknen Zustande gleichsam nur als ein einziger ausgehöhlter Stein zu betrachten ist, und keinen Seitenschub, sondern nur einen senkrechten Druck ausübt.

Die Stärke der Gußgewölbe ist um etwas stärker zu nehmen, als wenn man es ganz von Mauersteinen gemacht hätte, weil der natürliche Zusammenhang der Gußmasse vor dem Setzen und Trocknen geringer ist, als bei den Backsteinen.

§. 189.

Von der Berechnung der Gewölbe.

Da bei der Veranschlagung von Gebäulichkeiten die Berechnung des kubischen Inhalts der Gewölbe eine Hauptsache ist, so soll hier noch gezeigt werden, wie dieselben zu berechnen sind.

Gesetzt nun, es soll der Kubikinhalt eines Tonnengewölbes Fig. 270 berechnet werden.

Auflösung I. Da das Tonnengewölbe einem halben Cylinder gleich ist, so wird der Kubikinhalt eines solchen Gewölbes gefunden, wenn man den kubischen Inhalt seiner Höhlung DEF von dem kubischen Inhalt des ganzen halben Cylinderschnittes abzieht.

Man suche daher aus dem Durchmesser AC, der Zahl $\pi = 3{,}1416$ und der Länge BK den kubischen Inhalt des Cylinders und dann aus dem Durchmesser DF und der Länge BK den Inhalt des innern Cylinders; ziehe beide Inhalte von einander ab und dividire den Rest durch 2, so ist dieser Quotient der verlangte Kubikinhalt.

Nun ist der Kubikinhalt des größern Cylinders $= \frac{AC^2 \times 3{,}1416}{4}$. $BK = AC^2 \times 0{,}7854 \times BK$ und der des kleineren Cylinders $= DF^2 \times 0{,}7854 \times BK$ und also der Kubikinhalt des Gewölbes $ABCDFBK = (AC^2 \times 0{,}7854 \times BK - DF^2 \times 0{,}7854 \times BK) : 2$

$$= \frac{(AC^2 - DF^2)\ 0{,}7854 \times BK}{2}.$$

Der kubische Inhalt wird also gefunden, wenn man das Quadrat des innern Durchmessers von dem Quadrat des äußern Durchmessers abzieht, den Rest mit der Länge des Gewölbes und der Zahl $\frac{1}{4}\pi = 0{,}7854$ multiplicirt und das Product durch 2 dividirt.

Es sei z. B. der innere Durchmesser DF = 11 Fuß und der äußere AC 12 Fuß und die Länge BK des Gewölbes = 10 Fuß, so ist $\frac{1}{2}(AC^2 - DF^2)\ .\ 0{,}7854 \times BK = \frac{1}{2}(10^2 - 11^2) \times 0{,}7854.$ $10 = \frac{1}{2}(144 - 121)\ 0{,}7854 \times 10 = \frac{1}{2} \times 23 \times 0{,}7854.$ $10 = \frac{1}{2} \times 18{,}0642 \times 10 = \frac{1}{2} \times 180{,}642 = 90{,}321$ Kubikfuß.

Auflösung II. Man theile die Dicke des Gewölbes in 2 gleiche Theile AM = MF, suche für den Durchmesser MO die gebogene Oberfläche des halben Cylinders MNO und multiplicire diese mit der Dicke BE des Gewölbes, so wird man den Kubikinhalt erhalten.

Die gebogene Oberfläche wird aber erhalten, wenn man den Durchmesser MO mit der Zahl π multiplicirt, das Product halbirt und sodann mit BK als der Länge des Gewölbes multiplicirt, folglich wird der Kubikinhalt $= \frac{MO \times 3{,}1416 \times BE \times BK}{2}$ sein; setzt man nun statt $\frac{3{,}1461}{2}$ die Zahl 1,5708, so geht die Formel über in die

$$MO \times BE \times BK \times 1{,}5708.$$

Es sei wie vorhin AC = 12′, DF = 11′ und BK = 10, so ist BE = 0,5′ und MO = 11,5′ folglich der kubische Inhalt $= 11{,}5 \times 0{,}5 \times 10 \times 1{,}5708 = 11{,}5 \times 0{,}5 \times 1{,}7508 = 90{,}321$ wie vorhin. Dieses Verfahren ist für sich selbst einleuchtend.

§. 190.

Aufgabe. Es soll der Körperinhalt eines Tonnengewölbes berechnet werden, welches an den Widerlagern dicker ist, als an dem Schlußsteine. Fig. 271.

Auflösung. Es seien AB und CD die Dicken an den Widerlagern und EF sei die Dicke des Bogens am Schlußsteine. Man suche nun den äußern und innern Umkreis, addire beide und dividire das Product durch 2, so erhält man den mittleren halben Umkreis, den man mit der Länge EK zu multipliciren hat, um den Flächeninhalt der mittleren Fläche des Bogens zu erhalten.

Diesen Flächeninhalt multiplicire man mit der halben Summe der Stärken AB und EF, so erhält man den kubischen Inhalt des Gewölbes. Diese Berechnungsart liefert das Resultat nur genähert, da der äußere Kreis AED kein voller Zirkel ist, wie durch die Puncte M und O deutlich wird, daß aber demnach der geringe Unterschied diese Verfahrungsart brauchbar macht.

§. 191.

Aufgabe. Den Körperinhalt eines Gewölbes zu finden, welches Fig. 272 nach einem Kreissegmente ABC gewölbt ist.

Auflösung. Man zeichne das Gewölbe auf und messe nach geometrischen Regeln den Winkel E, dem das Kreisstück ABC zugehört. Nun suche man den Körperinhalt eines Gewölbes, welches im vollen Halbkreis gewölbt ist, dem der Halbmesser AE und die Länge BD, sowie dieselbe Dicke BF zukommt.

Ferner setze man nach der Lehre der Proportionen: 180 Grade enthalten die Anzahl der Kubikfuße des ganzen Gewölbes, wie viel Kubikfuße werden der Zahl der Grade des Winkels E zugehören. Man multiplicire daher die Zahl der Grade des Winkels E mit der Kubikfußzahl des ganzen Gewölbes und dividire das Product mit der Zahl 180 Grade.

§. 192.

Aufgabe. Den kubischen Inhalt eines elliptischen Tonnengewölbes zu finden. Fig. 273.

Auflösung. Man berechne die halbe elliptische Fläche nach den beiden Axen AB und CD, indem man nur das Product aus den beiden Axen

mit $^1/_4\ \pi$, d. i. mit 0,7854 zu multipliciren braucht, so daß die Fläche $F = AB \times CD \times 0{,}7854$ und die halbe Ellipsenfläche $= \frac{AB \times CD \times 0{,}7854}{2}$ $= AB \times CD \times 0{,}3927$ wird; ebenso suche man auch die halbe elliptische Fläche nach den innern Axen EF und CG und ziehe beide Flächeninhalte von einander ab, so erhält man den Flächeninhalt der Seitenfläche des Gewölbebogens; diesen multiplicire man mit der Länge DK des Gewölbes, so erhält man den kubischen Inhalt dieses Gewölbes.

§. 193.

Aufgabe. Den kubischen Inhalt eines Kuppelgewölbes zu finden, welches entweder nach einer vollen Halbkugel, oder nach einem Kugelschnitte, oder nach einem Kugelgürtel gewölbt ist.

Auflösung. Man berechne die mittlere Oberfläche des Kugelgewölbes, deren Durchmesser erhalten wird, wenn man die Dicke des Gewölbes zu dem innern Durchmesser addirt, und multiplicire diesen erhaltenen Flächeninhalt mit der Dicke des Gewölbes, so erhält man den Kubikinhalt der Masse des Kugelgewölbes.

§. 194.

Aufgabe. Den kubischen Inhalt eines elliptischen Kuppelgewölbes zu finden. Fig. 274.

Auflösung. Man denke sich die Kugel als zwei volle halbe Ellipsoiden*) nach den beiden Axen AB und CD. Man berechne daher den Körperinhalt dieser Ellipsen und ziehe den Kubikinhalt der einen Ellipse des Hohlraumes von der Ellipse der Axe AB ab, so bleibt der Kubikinhalt des Kuppelgewölbes als Rest.

---

*) Ein Ellipsoid entsteht, indem eine halbe Ellipse um ihre Axe sich dreht. Um den kubischen Inhalt eines Ellipsoids zu finden, ist Folgendes zu merken:

1) Dreht sich die Ellipse um die große Axe, so multiplicire man die Kreislinie, welche die große Axe zum Durchmesser hat, mit dem Quadrat der kleinen Axe und dividire das Product durch 6. 2) Dreht sich die halbe Ellipse um die kleine Axe, so wird das Quadrat der großen Axe mit der Kreislinie der kleinen Axe multiplicirt und das Product durch 6 dividirt. Bei der halben Ellipsoide kann das Product gleich mit 12 dividirt werden.

Der kubische Inhalt eines Sphäroids, gebildet durch Umdrehung einer Ellipse um eine ihrer Axen, wird auch gefunden, wenn man das Quadrat der umgedrehten Axe in die feste, dann dieses Product noch mit 0,5236 multiplicirt.

Auf eben diese Art können auch parabolische und hyperbolische Gewölbe berechnet werden.

§. 195.

Aufgabe. Den Kubikinhalt eines babylonischen Gewölbes zu berechnen. Fig. 275.

Auflösung. Aus der Figur erhellet, daß ein solches Gewölbe aus 8 Viertelcylinderabschnitten AFC, FCB, BCG, GCE, ECH, DCH, DCI, ICA besteht, deren gebogene Oberfläche doppelt so groß ist, als ihre Grundfläche.

Man suche den Inhalt der Grundfläche ABDE, multiplicire ihn mit 2 und mit der Dicke des Gewölbes, so erhält man den kubischen Inhalt des babylonischen oder geschlossenen Kreuz- oder Klostergewölbes.

Anmerkung. Gleich wie bei den Tonnen- und Kuppelgewölben, wenn sie aus den Oberflächen berechnet werden, der mittlere Durchmesser genommen werden muß, so ist auch hier der mittlere Durchmesser bei der Berechnung der Grundfläche zu nehmen.

§. 196.

Aufgabe. Den kubischen Inhalt eines offenen Kreuzgewölbes zu finden. Fig. 276.

Auflösung. Bei dem Kreuzgewölbe ist die Grundfläche gewöhnlich ein Quadrat; es besteht demnach dieses Gewölbe aus 4 Supplementen eines Halbcylinderabschnittes, demnach suche man die gebogene Oberfläche eines solchen Supplements und multiplicire sie mit der Dicke des Gewölbes und das Product mit der Zahl 4, so erhält man den kubischen Inhalt des Gewölbes.

Z. B. der Durchmesser AB sei = 18 Fuß und daher CD = 9 Fuß, weil das Gewölbe ein Quadrat bilden soll, und die Dicke des Gewölbes sei 6 Zoll oder 0,6 Fuß; wie groß wird der kubische Inhalt sein?

Man suche den halben Umkreis, dieser ist

$$18 \times 3{,}1416 = 56{,}5488$$

davon ziehe man den Durchmesser ab, giebt

$$56{,}5488 - 18 = 38{,}5488$$

dieser Rest, multiplicirt mit der Länge der Kappe CD = 9 Fuß, giebt

38,5488 × 9 = 346,9392 als die gebogene Oberfläche des Viertheiles des Gewölbes, diese mit der Dicke 0,5 Fuß multiplicirt, giebt 346,939 × 0,5 = 173,4696 als den kubischen Inhalt eines Schildes oder einer Kappe.

Da nun, nach der Voraussetzung, alle Kappen gleich sind, so multiplicirt man diesen Inhalt mit der Zahl 4, so erhält man 173,4696 × 4 = 693,8784 als den kubischen Inhalt des ganzen Gewölbes.

Siebente Abtheilung.

Von dem Brückenbau.

§. 197.

Die Lehre vom vollständigen Entwurfe der Brücken gehört eigentlich nicht hierher. Indessen kann ich doch hier, wo von der Construction und Ausführung der Gewölbe die Rede ist, die allgemeinen Grundsätze zu Brückenanlagen nicht übergehen.

Die Begriffe von Widerlagern, Pfeilern, Bögen ꝛc. sind schon in der Lehre von den Gewölben gegeben worden; auch findet man das Nöthigste über Gründung und Rüstungen vorgetragen. Und von den Mauerstoffen und dem Steinverbande ist keine Rede mehr.

Die Brücken sollen, wie jedes öffentliche Gebäude, zweckmäßig, fest, dauerhaft und schön mit möglichst geringem Kostenaufwand erbaut werden.

§. 198.

Zweckmäßigkeit einer Brücke. Eine Brücke soll ein sicheres, möglichst ebenes Fahrbett über eine Vertiefung sein. Diese letztere ist gewöhnlich ein Bach, Fluß, Strom ꝛc. Schon bei der Anlage einer Brücke muß man die Baustelle so wählen, daß die einzelnen Straßenzweige der zu verbindenden Uferländer sich in dem kürzesten Verbindungsweg in ihr da vereinigen, wo die größte Thätigkeit herrscht. Hierbei ist aber auch die Güte des Baugrundes zu berücksichtigen, damit nicht erst durch eine zu kostbare und doch unsichere Kunst die Gefahr beseitigt werden muß, welche, außer der Bodenbeschaffenheit selbst, noch von der Geschwindigkeit, Richtung ꝛc. des Stromes abhängig ist. Hat man die Brückenlinie (ihre Länge) im senkrechten Querschnitte des Flusses genommen, so ist sie die kürzeste und mithin unter gleichen Umständen diejenige,

welche die wenigsten Kosten erfordert. Liegt dabei zugleich die Richtung der Strombahn — die Stromrinne — im Stromstriche und dieser gleichlaufend mit dem Ufer, so kommt dabei auch die Pfeilerlänge gleichlaufend in diese Richtung, und die Brückenwölbung braucht nicht verschoben zu werden. — Liefe die Strombahn unter einem Winkel gegen den Pfeiler an, so würden durchgehende Schiffe, unter übrigens gleichen Umständen, desto mehr Gefahr laufen, je größer dieser Winkel wäre. — Man muß aber auch darauf sehen, daß auch die Straßen in der nämlichen Richtung an- und ablaufen, oder wenigstens nur unter sehr stumpfen Winkeln und dann um so weniger abhängig; in jedem solchen fast unvermeidlichen Falle aber nur bei verhältnißmäßiger Verbreiterung. Die Brücke muß ferner ungehinderten Durchlaß des Stromes, Eises, der Schiffe rc. gewähren. Hiervon hängt zunächst bei gegebener Länge der Brücke, oder Breite des Strombettes, die Dicke und Anzahl (wie auch die lichte Entfernung) der Pfeiler ab. Mehrere und dicke Pfeiler engen den Strom ein. Der Strom soll aber seine gesetzliche Breite, nach Abzug der Pfeilerdicke, so behalten, daß er weder so aufstauet, daß er durch vermehrte Geschwindigkeit den Grund zu sehr vertieft, noch an Geschwindigkeit so viel verliert, daß er schädliche Sandbänke oder andere Untiefen ansetzen kann. Die unendlich verschiedenen örtlichen Verhältnisse und Bedingungen in dieser Beziehung können nicht besonders erörtert werden. Zuweilen nur wird durch eine Brücke zugleich ein Aufstau des Wassers bezweckt: z. B. wenn es dem Flusse oberhalb der Brücke an der zur Schifffahrt erforderlichen Höhe fehlt, wenn man dabei Maschinen betreiben will, oder wenn man militärische Ueberschwemmungen beabsichtigt, z. B. bei der Brücke zu Alessandria über den Tessin, bei der zu Sedan. Der Stromstrich muß wo möglich die Mitte der Strombahn halten, und mit ihm gleichlaufend müssen dann die Widerlags- und Pfeiler-Seitenmauern angelegt werden. In den Stromstrich soll aber kein Pfeiler zu stehen kommen. In diesem Falle muß daher die Zahl der Pfeiler = 0 oder gleich sein, d. h. 2, 4, 6, 8 rc. Aber die Höhe und Gestalt der Bogen bestimmt dann, bei bestimmtem Querschnitte, zwischen den der Zahl und Dicke nach bestimmten Pfeilern, die Größe des Durchlasses. Dieser ganze lichte Querschnitt muß in jedem Falle mehr als hinreichend vorausgesetzt werden. Der Schlußstein soll über der Hochwasserfläche noch eine lichte Oeffnung von 5, 8, 10′ haben, je nachdem ein noch höherer Wasserstand, als der bekannte höchste, etwa zu befürchten ist. Einige geben die Regel so, daß die Wasserober-

fläche im höchsten Stande noch eine Bogensehne bilde, welche $^3/_4$ der Bogenspannung gleich sei. Bei allen diesen Bestimmungen ist aber zugleich darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Bogen nicht so hoch werden, daß dadurch die An- und Abfahrt zu steil würde, wenn sie überhaupt bei einer vorausgesetzten Spannung diejenige niedrigste Höhe erhielten, die sie nach Form und anwendbarem Baustoffe nach den Regeln der Festigkeit, Schönheit 2c. erhalten können. Die Beschaffenheit der Ufer ist dabei nicht gleichgültig. Hohe Ufer gewähren nach Verhältniß hohe weite Bogen. Nicht so die flachen Ufer. Hierbei kommt es nun darauf an, ob man nicht die Bequemlichkeit zur Anfahrt durch einen vom Brückenwiderlager ab verlängerten Fahrdamm erhalten kann. Die Uferplätze sind indessen öfters, z. B. in Städten, so eingeschränkt, daß dieses Mittel nicht zureicht. Oft werden diese Anfahrtsdämme auch nöthig, wenn das Wasser im hohen Stande über die Ufer hinaustritt, wobei in dieselben nach Umständen noch besondere Durchläße gelegt werden müssen.

Muß durch Einbauen der Brückenpfeiler der Querschnitt des Flußbettes verengt werden, so dringt sich die Frage auf, wie viel die Aufstauung durch diese Beengung betrage und wie weit hinauf sie sich erstrecke. Ueber diesen Gegenstand hat Langsdorf in der Encykl. von Ersch und Gruber unter den Artikeln: Abfluß und Aufstau sehr ausführlich gehandelt. Hier folgt jedoch nur seine Näherungsformel, welche im Entwurf zu Vorlesungen mitgetheilt ist.

Es sei zur Zeit der Untersuchung die Querschnittsfläche da, wo die Brücke erbaut werden soll = F, in Fußen ausgedrückt, die in einer Secunde durchfließende Wassermenge in Kubikfußen = M, die mittlere Tiefe des Querschnittes F aber = h; dann sei nach eingezogenen Erkundigungen und Messungen des höchsten bekannten Wasserstandes S der Querschnitt, N die Wassermenge einer Secunde, H die mittlere Querschnittstiefe; ferner sei v die über H verursachte Aufstauung, so wird

1) $\frac{M}{F}$ die mittlere Geschwindigkeit im Querschnitt F; und

2) $\frac{H}{h} \cdot \frac{M}{F}$ nahe genug die mittlere Geschwindigkeit im Querschnitte S.

3) $N = \frac{S}{F} \cdot \frac{H}{h} \cdot M.$

Ist hierbei die Breite des Wasserspiegels $= \mathrm{B}$, nach dem Einbau der Pfeiler aber nur noch b, so ist ferner

$$4)\ \mathrm{N} = 0{,}8\ \frac{\mathrm{h}}{\mathrm{B}}\ \mathrm{N} + 0{,}8\ \mathrm{bv}\ \sqrt{15{,}625.}\ \mathrm{v}\ \text{und}$$

$$5)\ \mathrm{v} = \frac{\sqrt[3]{\left(1 - 0{,}8\ \frac{\mathrm{b}}{\mathrm{B}}\right)^2 . \mathrm{N}^2}}{10\ \mathrm{b}^2}$$

In Eitelweins Mechanik fester Körper und der Hydraulik findet man:

$\mathrm{H} = 0{,}0176\ \mathrm{c}^2 \left(\frac{\mathrm{B}^2}{\mathrm{b}^2} - 0{,}91\right)$ bei Brückenpfeilern mit spitzen Vordertheilen;

$\mathrm{H} = 0{,}0219\ \mathrm{c}^2 \left(\frac{\mathrm{B}^2}{\mathrm{b}^2} - 0{,}731\right)$ bei Brückenpfeilern mit geraden Vordertheilen, wenn

H die Höhe der durch Einbau bewirkten Aufstauung,
B die Breite des Flusses vor dem Einbau,
b die Breite des Flusses nach dem Einbau,
c die mittlere Geschwindigkeit des Wassers bei der Breite B ist.

Für den Fall des nicht beobachteten höchsten Wasserstandes kann man aus einem beobachteten hierbei $\mathrm{c} = \frac{\mathrm{H}}{\mathrm{h}} . \frac{\mathrm{M}}{\mathrm{F}}$, wie oben, annehmen.

Alle diese, bald mehr bald weniger vorhandenen Umstände bedingen einander mannigfaltig. Der umsichtige Baumeister wird sie gehörig auffassen und von den wichtigsten ausgehen, um seinen Entwurf zu machen.

Unter solchen Umständen müssen die gedrückten Bogen beim Brückenbau leicht Eingang finden. Den am wenigsten gehinderten Durchlaß gestatten die Zirkelstichbogen. Diese Form ist zugleich schöner als die flache Ellipse, oder eine dergleichen Korblinie. Der Stichbogen wird mit einem um so größeren Halbmesser beschrieben werden können, je höhere oder stärkere Gewölbsteine man dazu anwenden kann, wobei man eine vollkommene Gründung der Pfeiler vorausgesetzt. Er erfordert stärkere Widerlager, als der gedrückte Bogen, unter übrigens gleichen Umständen. Bei Mittelpfeilern, wo auf Gegenstrebung zweier Bogen gerechnet wird, fällt diese Rücksicht ganz weg.

Größere Brücken, in oder bei volkreichen verkehrvollen Städten, müssen breiter sein, als kleinere und von Städten entferntere. Die Brücke von Nevilly ist 45′ breit. Die kleinste Brücke sollte nicht leicht unter 16′

breit angelegt werden. Langsdorf giebt hierüber folgende Vorschrift: (Unter Voraussetzung rheinl. Maßes.)

a) Steinerne Brücken, über welche täglich etwa 12—15 Wagen kommen, werden zwischen den Brustlehnen nur 12′ breit.

b) Wenn sie gegen 100 Fuß lang werden, wenig befahren sind und keine starken Eisgänge drohen, so können sie 16 Fuß Breite erhalten.

c) Brücken, die mehr befahren werden, müssen 2 Wagen ausweichen und Fußgänger daneben Platz finden können. Sie werden 24′ breit.

d) Bei und in volkreichen Städten ist außerdem noch auf Schubkarren, Reiter, überhaupt auf eine größere Menge Fußgänger zu rechnen. Dann erhalten die Brücken 38′ Breite. Durch Ausbauchungen und Balcone auf den Pfeilern haben viele solche Brücken bequeme Ausweicheplätze.

e) In großen Hauptstädten darf man eine Breite von 52′ bis 56′ annehmen.

Das Fahrbett wird gepflastert. Die Pflastersteine dürfen nicht zu groß und nicht zu glatt sein. Das Bett ist nach der Länge wagerecht, oder es steigt gegen die Mitte an. Diese Steigung soll aber nur 1′ auf 24′ Länge betragen dürfen. Der Fußweg zur Seite soll immer wagerecht sein, und lieber durch Staffeln steigen oder fallen. Die Brüstung kann dann nöthigenfalls, wenn sie an einer Strecke zu hoch oder zu niedrig würde, mit diesen Stufen steigen oder fallen. Die Anlage kann dabei immer so gemacht werden, daß die Schönheit darunter nicht leidet. Nach der Breite der Brücke zwischen den Fußwegen wird das Pflaster flach gewölbt, und zwar auf 1′ Breite mit $1/_6$″, höchstens $1/_4$″ Steigung. Für den Abfluß des Wassers ist zu sorgen. Die offenen Rinnen längs der Fußwege haben manches Anstößige. Man kann sie unter die geplatteten Fußwege anlegen oder auch tiefer legen und überwölben, wenn man auf eine Art sorgt, daß die Nässe hineinsinken kann.

§. 199.

Festigkeit. Die Festigkeit erfordert vor allem die beste Gründung der Pfeiler und Widerlager. Diese dürfen durchaus nicht sinken. Sie müssen stark genug sein, dem Strome, dem Eisstoß, dem Schube und der Last der Ueberwölbung und andern Belastungen zu widerstehen. Dabei ist ihre Form nicht gleichgültig. Sonst gilt hier im allgemeinen alles das, was über die Festigkeit des Mauerwerks schon vorgetragen worden

ist. Wenn die Pfeiler unerschütterlich stehen, dann stehen auch die Bogen, wenn diese nur überhaupt stark genug sind und keilförmige Gewölbsteine haben, die oben dicker als unten sind.

Ueber Stärke der Pfeiler und Widerlager, der Bogen, Höhe und Gestalt der Gewölbsteine 2c. wurde oben das Wesentlichste vorgetragen. Ich bemerke nur noch, daß Pfeiler mit 2 entgegenstrebenden Bogen ungleich schwächer zu sein brauchen, als die Widerlager, denen aber ein festes Ufer zu Hülfe kommen kann.

Ist aber die Stärke der Pfeiler nur auf Gegenstrebung zweier Bogen berechnet, so muß eine ganze, aus mehreren Bogen bestehende Brücke einstürzen, sobald nur ein Bogen bricht, oder gebrochen wird, und beim Aufbau müssen sämmtliche Pfeiler zugleich eingerüstet und überwölbt werden. Es hat dieses seine Vertheidiger und Tadler gefunden und kann in jedem vorkommenden Falle eigener Beurtheilung und Entschließung billig überlassen bleiben.

Schon die alten Römer brachten sogenannte Brückenaugen an, d. h. kreisrunde Offnungen, die zwischen den Gurtschenkeln (als hohle Walzen) durch die ganze Pfeilerlänge gehen. Dadurch wird nicht allein die ganze Last des Oberbaues zweckmäßig erleichtert, sondern noch nebenbei der Abfluß des Hochwassers befördert.

Der Grundriß des eigentlichen Pfeilers (Mittelpfeilers) ist ein Rechteck. Die lange Seite ist die Breite der Brücke, mit Einschluß der Dicke der Brüstung. Die schmale Seite ist die Dicke des Pfeilers selbst. Mit dem Pfeiler wird aber ein zur Verstärkung und zum Schutz gegen Eisstöße 2c. hervortretender Theil verbunden — der sogenannte Vorpfeiler. — Der Grundriß dieses Vorpfeilers ist entweder ein Dreieck, dessen Grundlinie die Dicke des Hauptpfeilers ist, oder ein auf dieser Dicke stehender Halbkreis. Anstatt eines gleichseitigen Dreiecks wählt man auch ein vermischtliniges, dessen Seiten Bogen sind. Die Dreiecke geben scharfe Kanten, die leicht abgestoßen werden, wenn die Steine nicht fest genug sind. Daher haben die Brücke von Nevilly, die Einigkeitsbrücke zu Paris und andere halbkreisförmige Vorpfeiler. Diese Vorpfeiler müssen ganz von Quadern aufgeführt, auf's beste mit dem Hauptpfeiler in Verband gesetzt, nach oben verjüngt werden, und wenigstens 1′ über das Hochwasser hervorragen. Da sie die heftigsten Stöße auszuhalten haben, so müssen die Quader derselben außer der Kitte noch durch Klammern und Bolzen verbunden werden. Sind auch auf der

untern Seite zweckmäßig solche Pfeiler angebracht, so heißen diese Hinterpfeiler, Unterhäupter.

Die Widerlager (Landpfeiler) müssen zu ihrem Schutze stromauf- und stromabwärts sogenannte Flügelmauern (gewöhnlich unter stumpfen Winkeln zurücktretend, auch mit einiger Abböschung), zum Schutze der Ufer gegen Abbruch und Gefahr der Hinterspülung der Widerlager, oft 50′ bis 100′ lang, erhalten.

Schwächere, auf Gegenstrebung zweier Bogen berechnete Pfeiler müssen ganz von Quadern erbaut werden. Nur sehr starke Pfeiler können im Innern einer hinlänglich starken Quaderverblendung mit andern Steinen so ausgemauert werden, wie oben von der Hintermauerung der Futtermauerung in der Steinverbandlehre gezeigt wurde.

§. 200.

Dauer. Die Dauerhaftigkeit hängt vorzüglich vom Baustoffe ab. Im Wasser muß dieser der Nässe und dem Froste widerstehen. Zu bemerken ist, daß man die meisten Sandsteine zu den Brüstungen nicht auf's Haupt, sondern auf's Lager stellen muß, d. i. sowie sie im Bruche gelegen haben. In manchen neueren Brücken sieht man gegen diese Regel gefehlt. In der Sonne ziehen sie nämlich die dann senkrecht (anstatt wagerecht) stehenden Lager auf und der Stein zerspaltet in mehrere Platten, die immer weiter zerklüften und die Nässe und den Frost einlassen, wodurch der Stein endlich ganz ruinirt wird.

§. 201.

Schönheit. Die Schönheit geht aus Form, Stoff und Verzierung hervor. Die Form muß Würde und Kühnheit ausdrücken, ohne Aengstlichkeit zu erzeugen. Die Anwendung des Stoffes — in dieser Rücksicht — hängt von seiner Kostbarkeit ab. Die Verzierungen müssen nicht kleinlich, sondern schicklich und nicht überflüssig sein. Hierher gehören die Gurtgesimse, Kranzgesimse, Bogensäume, Füllungen, Blinden, Standbilder, Geländer, Laternen und dergl.

§. 202.

Kostenersparung. Die möglichste Ersparung bei kostbaren Brückenbauen ist eine der vorzüglichsten Rücksichten für den Baumeister. Er darf aber auch nicht auf Kosten einzelner Haupterfordernisse sparen. Bei

gegebener Lage geht die Kostenersparung gewöhnlich (doch nicht immer) aus der Ersparung des Stoffes hervor. Langsdorf sagt: In Ersparung des Materials bei Gewinnung der erforderlichen Festigkeit zeigt sich eigentlich der wahre Brückenbaumeister.

Außer einer richtigen Beurtheilung der Möglichkeit der Ausführung ohne Mehrbedarf an Stoff muß auch das Verschiedene in der Möglichkeit der Anlage durch richtige genaue Anschläge gewürdigt werden.

Die Ersparung liegt im geschicktesten Entwurfe. Die schwächsten Pfeiler, auf Gegendruck zweier Bogen berechnet, verursachen die wenigsten Kosten. Dadurch aber werden nicht allein die Bogen länger und um so viel kostbarer, sondern es ist dabei auch nothwendig, daß zwischen allen diesen Pfeilern zugleich eingerüstet und gewölbt werde, und wobei man also, anstatt einer, ebenso viel Rüstungen nöthig hat, als Bogenöffnungen vorhanden sind. Im Verhältniß der Bogenanzahl wiederholen sich die Gründe gegen solche schwache Pfeiler.

Durch weniger Pfeiler werden nun wohl nach Verhältniß auch Kosten erspart; allein die Bogen und ihre Rüstungen werden dann kostbarer. In dieser letztern Kostenzunahme wird der Baumeister oft die Grenze für Verringerung der Bogenzahl finden.

Stockungen in solchen wichtigen Wasserbauen können ungeheure Kostenverschwendung werden. Stockungen werden veranlaßt durch Mangel an vorräthigem Stoffe, Mangel an Arbeitern u. v. A. m.

Bedeutende Ersparung kann oft erreicht werden durch Aufsuchung des besten brauchbarsten Stoffes wo möglich in der Nähe, Sorge für die leichteste Zufuhr &c.

Im Gange der Arbeit darf nichts das Andere hindern. Geschickte redliche Aufseher, thätige rechtliche Arbeiter, verhältnißmäßiger Lohn, zweckmäßige Maschinen u. s. w. haben auf die Kosten großen Einfluß.

§. 203.

Ausführung. Große steinerne Brücken bauen und dabei eigene Erfahrungen machen, ist ein Vergnügen, das nur wenigen Baumeistern zu Theil wird. Perronet ist im Brückenbau einer der erfahrensten Baumeister und seine sehr lehrreiche Schrift: Description des projects et de la construction des ponts de Nevilly, de Mantes, d'Orléans etc. à Paris 1788 verdient von Allen, welche über diesen Gegenstand Belehrung suchen,

gelesen zu werden. Ein neueres vorzüglich gutes französisches Werk über den Brückenbau führt den Titel:

Traité de la construction des ponts par M. Gauthey, inspect. gén. d. ponts et chauss., publié p. M. Navier, ingén. ordin. d. ponts etc. Paris Tom I. 1809, Tom II. 1813.

Unter den Deutschen verdienen genannt zu werden Langsdorf, Eitelwein, v. Wiebeking, deren Schriften ausgezeichnet sind. Dann ist noch zu erwähnen: Practische Darstellung der Brückenbaukunde nach ihrem ganzen Umfange. Nach den bewährtesten Technikern und Mathematikern und den besten vorhandenenen Mustern jeder Art, vorzüglich für Ingenieure des Straßen- und Brückenbaues verfaßt von G. L. A. Röder, Großh. Hess. Major. 2 Thle. mit Kupf. Darmstadt, 1821. in 8.

Ritter v. Wiebeking theilt hierüber im 3. Bande seiner theoret.-pract. Wasserbaukunst Folgendes mit:

Bei der Errichtung der großen Brückengewölbe treten nun folgende Regeln ein: a) die Gewölbsteine werden genau nach allen Seiten, der Werkzeichnung gemäß, behauen. Die Lehre (Chablone) muß nach der Form des Gewölbes, wenn es ausgerüstet sein wird, gemacht, und in der Werkzeichnung müssen alle Fugenschnitte so gezeichnet sein, als man das Gewölbe zu errichten Willens ist. Auch alle Werkstücke, welche zu einer Brücke gebraucht werden, muß man auf's sorgfältigste nach ebenen Flächen behauen lassen, die Gewölbsteine auch nach der untern Bogenkrümmung. Zu letzterem dient eine aus Pappendeckel gemachte Lehre (ein Model), oder auch ein aus zwei Schenkeln bestehender hölzener Winkelhaken, die beweglich sind. Der eine Theil giebt den Fugenschnitt des Steines, und der andere dessen untere Gewölbfläche an. b) Die Aufbringung der Gewölbsteine wird vermittelst Hebmaschinen, von den Pfeilern oder den (Transport-) Gerüsten ab, vollzogen. c) Zur Aufstellung der obern Gewölbsteinreihen setzt man Stuhlgerüste über die Pfeiler und wohl auch über die Mitte des Lehrgerüstes abwechselnd, und bringt dann über dieselben ein (Transport-) Gerüste an. In wie fern aber die freistehenden Lehrgerüste großer Bogen durch Beischaffung (den Transport) der Gewölbsteine über die auf diesen Gerüsten ruhenden Stuhlrüstungen eine nachtheilige Erschütterung erleiden: so muß man diese Gerüste, von der unteren Gerüstbrücke ab, unterstützen, und die Gewölbsteine mittelst eines solchen Wagens und der Zugmaschine auf das Lehrgerüst herablassen. d) Die Aufsetzung der Gewölbsteine sollte in allen Bogen zugleich

von den Pfeilern ab, mit Breiten-Lagen dergestalt bewerkstelligt werden, daß man zuerst die zwei äußern Gewölbsteine (zwei Steine des Stirnbogens) genau in der senkrechten (Vertical-) Ebene und dann erst die Zwischen-Gewölbsteine einer Breiten-Reihe aufsetzt. e) Ist das Gewölbe so weit gekommen, daß es auf das Lehrgerüst einen Druck ausübt, welcher, bei den Korbbogen und Halbkreisen von den erstern untern Lagen nicht erfolgt, und die man die ruhenden Lagen nennt, und ist dieser Druck so stark, daß er das Lehrgerüst in seinen beschwerten Theilen zum Senken bringt, so wird dieses Gerüst oberhalb mit Steinen belegt, um es wo möglich in der ihm gegebenen Form zu erhalten. Man wählt dazu Gewölbsteine, weil sie späterhin zum Wölben in der Nähe des Schlußsteines gebraucht werden. Denn sowie die Gewölbsteinreihen die Schenkel des Lehrgerüstes abwärts drücken, steigt sein Gipfel aufwärts; man würde daher nicht genau die Bogenlinie erhalten, wenn man alle Lagerklötze gleich hoch machte, und mit denselben muß man sich zu helfen suchen, um die zum Gewölbe angenommene Linie (Curve) bei der Aufrichtung der Gewölbsteine beizubehalten. Die auf den Gipfel des Lehrgerüstes und in dessen Nähe gelegte Last vermehrt man, nach Maßgabe als die Schenkel dieses Gerüstes sich abwärts zu biegen streben, ja, man hat sie bei großen Brücken bis zu 9000 Ctr. und darüber anwachsen lassen, und sie in der Nähe des Gipfels der gewöhnlichen Vielecks- (Polygon-) Gerüste aufgebracht. f) Nur diejenigen Gewölbsteinlagen, welche von der untern nächsten abgleiten würden, wenn sie ohne Unterstützung wären, d. i. ohne ein Lehrgerüst unter sich zu haben, üben einen Druck auf diese Gerüste aus. Wenn man die bei der Münchner Brücke über das Abgleiten der Steine gemachten Beobachtungen berücksichtigt, so gleitet ein Gewölbstein von 15 Kubikfuß, dessen Schwere 1920 Pfund beträgt, über einen andern Stein erst unter dem Winkel von 80° ab. Perronet sagt, daß die unter dem 44° gelegte Gewölbstein-Reihe erst auf das Lehrgerüst einen Druck ausübe. Bei jenen Versuchen betrug die Mörtelfuge eine Linie und man hatte den Mörtel vier Wochen trocknen lassen. Einige befestigen die ersten oder den Widerlagern und Pfeilern nächsten Gewölbsteine unter einander mit eisernen Klammern, um den Druck der Gewölbsteine auf das Lehrgerüste (mit so vielen Gewölbsteinreihen als möglich) zu verhindern. Bei der Brücke von Nevilly setzte man z. B. 6 Steinlagen ohne das Gerüst auf, indem dieselben unter sich mit Klammern verbunden waren. Zuweilen werden diese Steine am obern Ende hackenförmig zugehauen, und die

Hacken umschließen dann zum Theil die über dem Pfeiler wagerecht (horizontal) liegenden Steinlagen. Die Weite der aufstehenden Gewölbfugen nimmt man gewöhnlich von 3 bis 8 Linien an, nämlich bei den kleinen Bögen 3 bis 4, bei den mittleren 4 bis 6 und bei den großen 6 bis 8 Linien, weil bei zu kleinen Fugen die Kanten der Gewölbsteine sich während dem Setzen des ganzen Gewölbes an einander pressen und springen können. So betrug ihre Weite bei der Brücke von Saumür 3 Linien, bei der von Nevilly waren die Fugen größer. Bei den ruhenden Gewölbstein-Lagen mögen dieselben aber niemals größer werden. Bei dem 90′ weiten Bogen zu Nogent waren die Gewölbfugen 3 bis 4 Linien weit, aber auch zu klein, denn die Steinkanten näherten sich durch das Setzen dergestalt, daß ihr Abspringen erfolgt sein würde, hätte man nicht den Mörtel aus den Fugen weiter hinauf ausgekratzt. Von diesen entferne man die Lagerhölzer und Lagerkeile 6″, um bei denselben zukommen zu können. Wenn die das eigentliche Gewölbe bildenden Steine, welche auf das Lehrgerüst aufgesetzt werden müssen, nicht die Länge des Schlußsteines haben, so muß man zwei Steine auf einander setzen, und dann gebe man den Fugen im Bogen 4 bis 6 Linien, wie bei der Brücke von Saumür geschah. Selbst der größte steinerne Bogen (von Viellebrioude) ist aus einem doppelten Gewölbe gemacht, dessen ganze Dicke nur 4′ beträgt.

Erfahrungen:

1) Bei dem Bau der Brücke von Nemours bemerkte der Baumeister (Ingenieur) Boitard, daß, nachdem die 7. Gewölbsteinlage gesetzt war, die 1., 2. und 3. Fuge bei der obern Wölbung sich zu öffnen anfing; die 1. Fuge hatte sich $1/2$ Linie, die 2. $1/3$ Linie und die 3. ungefähr $1/8'''$ geöffnet. 2) Diese Zwischenräume vermehrten sich, bis man zum Schluß kam, wo die Oeffnungen der Fuge des Anfangspunctes 3 Linien betrug. 3) Der vergrößerte Zwischenraum bei den folgenden Fugen war immer weniger beträchtlich bis zur 5. Lage, wo er Null war. Da man die Gewölbsteine mit der größten Genauigkeit setzte, so haben die Schlußsteine ganz die nämliche Dicke, wie die übrigen Gewölbsteine erhalten können. Alle diese Erscheinungen des Setzens vom Gewölbe waren zum Theil schon bei der Verfertigung der Werkzeichnung vorausgesehen worden, und man war dahin gekommen, indem die Ordinaten und Fugenschnitte nach einem gewissen Gesetz abgewechselt wurden, eine Krümmung (Curve) zu bilden, die demungeachtet ihren Zusammenhang (Continuität) nicht verlor. Bloß der genauern Berechnung dieser Krümmung und der hier

nach gemachten Werkzeichnung hat man den glücklichen Erfolg, zu dem man gelangt ist, zu verdanken, so daß vor und nach der Ausrüstung die Gewölbe nicht den geringsten Schaden litten ꝛc., welches, wie Boitard meint, daher gekommen sei, daß alle Keile 6″ von den Kanten der Gewölbsteine entfernt wurden, und man noch mit großer Sorgfalt vor dem Fugenverstreichen deren Länge verursachte, so daß alle Keile gleich trugen. Die Gewölbe setzten sich im abnehmenden Verhältnisse vom Schlusse nach den Widerlagern zu; den Tag nach der Ausrüstung betrug das Setzen 3″ 6‴ am Schlusse jedes Bogens, es vermehrte sich unmerklich bis zu 7″ 6‴, wo dasselbe einhielt ꝛc. Während und nach der Ausrüstung öffneten sich die Fugen des Anfangs der Bogen an der obern und schlossen sich an der untern Wölbung ꝛc. Die 1. Fuge öffnete um 12‴, die 2. um 8‴, die 3. um 2‴. Das Schließen der 1. Fuge an der untern Wölbung betrug 5‴, das der 2. 2‴ und das der 3. 2‴, die übrigen schlossen (comprimirten) sich alle ihrer ganzen Höhe nach ein wenig; die am Schluß schlossen sich aber am Rücken des Gewölbes, während sie sich nach unten öffneten.

Aehnliche Beobachtnngen theilt Perronet in seiner Abhandlung: sur le cintrement et le décintrement, nämlich über die Bewegung, welche die Brückengewölbe auf ihren Lehrgerüsten und welche sie nach dem Schluß machen, mit. Das unvermeidliche Setzen der Lehrgerüste verursacht besonders bei großen Bogen eine Oeffnung der Gewölbfugen, die nicht weit von den Anfangspuncten des Gewölbes entfernt liegen. Diese Oeffnungen entstehen auch bei den höher liegenden Gewölbfugen, je nachdem man mit dem Aufsetzen der Gewölbsteinlagen vorrückt; sobald aber der Bogen geschlossen ist, verengen sich diese Fugen wieder. 1) Bei dem 60′ großen Bogen von Cravant bemerkte man dieses Setzen nicht eher, als bis die 18. Gewölbsteinlage aufgesetzt war. 2) Da der 90′ große Bogen der Brücke von Nogent, von jeder Seite bis zum 20. Theil aufgeführt war, so öffneten sich die Fugen 9‴ und zwar oberhalb der 15. Gewölbsteinlage; diese Oeffnung ging sogar durch das Mauerwerk der Gewölbschenkel (in der Scheitel- [Vertical-] Linie der Anfangspuncte des Bogens) durch und verursachte, bis zur 7. Steinlage, eine Trennung der hintern Fläche der Gewölbsteine von den wagerechten (horizontalen) Steinschichten der Widerlager. Einige Zeit nachher, nachdem diese Fugen sich zu schließen anfingen, öffneten sich neue von der Größe einer Linie an der obern Wölbung, zwischen der 26. bis zur 31. Gewölb-

steinreihe. 3) Bei den Widerlagern der Brücke von Nevilly öffneten sich die Fugen an der obern Wölbung von der 11. bis zur 36. Gewölbsteinlage auf jeder Seite $^1/_4$ Linie bis zu 3 Linien, ausgenommen die zwischen der 6. und 27. Lage befindliche Fuge, welche sich um 10 Linien an dem auf der Seite von Nevilly gelegenen Bogentheil und in dem nach der entgegengesetzten Seite, 6''' weit aufthaten. Bei den übrigen Bogen waren diese Fugen nicht so groß. Als endlich die Schlußsteine gelegt waren, öffneten sich die Fugen oberhalb der 36. bis 56. Reihe, welche an die Schlußsteine grenzt und zwar $^1/_4$ bis 1'''; dieses fand jedoch höchstens bei 3 Fugen in jedem Bogen statt. Die Unerfahrenen halten diese Fugentrennungen für Folgen von gemachten Fehlern; aber sie müssen sich vom Gegentheil überzeugen, wenn sie sehen, daß sich diese Fugen nach Legung der Schlußsteine wieder schließen. Bevor nämlich die Schlußsteine gesetzt sind, entsteht, vermöge der Einbiegung des Lehrgerüstes, diese Fugenöffnung, nach der Ausrüstung strebt der Druck des Gewölbes alle Fugen zu verschließen.

Wenn man die Erfahrung bei den großen ausgeführten Gewölben kennt, so weiß man 1) daß die Fugen der Gewölbsteine in der Nähe des Gipfels vom Bogen sich nach unten zu öffnen, und 2) nach oben zu schließen; 3) daß bei den Halbkreisen sich die von einem Sechstel des Bogens vom Gipfel entfernten Fugen nach oben zu öffnen; 4) daß die Erscheinung bei den gedrückten Bogen, in den Schenkeln und in Kreisstücken, beim Anfang des Bogens stattfindet. Demnach muß man bei der Ausführung des Gewölbes auf diese Wirkung Rücksicht nehmen, und die Gewölbsteinfugen nach den verschiedenen Gewölblinien oben weiter oder enger machen als unten, damit die aufrechtstehenden Gewölbflächen sich, nachdem der Bogen ausgerüstet ist, parallel nähern. Bei den meisten neuern Brücken hat man die oben angeführte Wirkung in den Gewölbgipfeln dadurch zu verhindern und das Setzen des Bogens zu verringern gesucht, daß man in den Fugen der Gegenschlußsteine hölzerne Keile zwischen 2 in diese Steine eingelassene Latten mit 12—15 Pfd. schweren Schlägen eintrieb und die Fugen von Mörtel frei ließ; diese Latten und die 4' langen 3'' 6''' breiten und oben 2'' dicken Keile wurden z. B. bei der Brücke von Mantes auf jeder Seite des Schlußsteines in 14 Fugen, ehe die Ausrüstung vor sich ging, eingetrieben. Man bemerkte jedoch, daß sich während dem Eintreiben der Keile die Gewölbsteine um einige Linien senkten, d. i. an der untern Bogenkrümmung hervortraten; es wurden daher die

Fugen unterhalb mit Werg verstopft und von oben mit Cementmörtel zum Theil ausgegossen. Bei dieser Brücke hatte sich das Lehrgerüst 12″ unter der Last des großen Gewölbbogens gesetzt und nach der Ausrüstung betrug die Senkung des Gerüstes noch 8″ 7‴. Bedenkt man, daß die Eintreibung der Keile mittelst eines so leichten Schlägels die Annäherung so großer Gewölbsteine nicht bewirken kann, sondern daß vielmehr durch dieses Eintreiben eine für das Gewölbe nachtheilige Erschütterung entsteht, und daß selbst, bei der Brücke von Mantes, einige Gewölbsteine dadurch zersprungen sind: (wahrscheinlich durch Ausdehnung der hölzernen Keile durch die Nässe des Mörtels) so wird man den Entschluß Perronets gerechtfertigt finden, bei der Brücke von Neuilly die Anwendung der Keile verworfen und statt deren in den Gewölbsteinfugen 4 bis 5′ lange eiserne Blätter, die in ihrem Kopfe 2″ breit waren, eingelegt zu haben. Dieses Verfahren wurde nämlich bei den 7 Reihen der Gewölbsteine, zu beiden Seiten des Schlußsteines, angewendet. Er machte auch die Gewölbfuge der untern Steinlage 3‴, bei dem zweiten Dritttheil des Gewölbes 6‴ und die weiter aufwärts 2 bis 4‴ weit. Die untern Gewölbsteine wurden mit 24‴ langen Krampen, der Quere nach, unter einander befestigt und ihre Fugen von oben mit harten Steinen ausgekeilt. 3) Bei dem flachen Bogen der Eintrachtsbrücke wurden die Gewölbfugen in der Nähe des Schlußsteines oben 6 bis 9‴ und unten 2‴ weit gemacht, die folgenden erhielten eine Weite von 6‴ und in dem ersten Viertheil des Gewölbes betrug dieselbe bei der äußern Gewölbfläche 6‴, bei der innern aber 4‴. Bei angelehnten oder freistehenden Gerüsten ist diese Maßregel um so nothwendiger, weil die oben angezeigten aus dem Druck des ungeschlossenen Gewölbes auf das Lehrgerüst hervorgehenden Wirkungen nothwendig erfolgen, indem diese Lehrgerüste nachgeben, und man ist bei dem Verfahren, wobei die Fugen gleich groß gemacht werden, genöthigt, in denjenigen Theilen des Gewölbes, worin die Fugen bei dem Setzen sich unten nähern, den eingegossenen Mörtel auf eine bedeutende Tiefe herauszukratzen oder denselben, vermittelst eines von Werg gedrehten Wulstes, den man in die Fuge einlegt, zurückzuhalten.

Werden aber die von mir vorgeschlagenen Bogengerüste angewendet, so kann nur eine unmerkliche Senkung des Gewölbes während seiner Aufführung entstehen. Man hat also bei diesen Lehrgerüsten nur auf das Setzen des Gewölbes nach der Ausrüstung Rücksicht zu nehmen. Da dieselbe aber immer den gemachten Erfahrungen gemäß je nach der gewählten

Bogenlinie auf die Weise erfolgen wird, wie es oben angegeben ist, so wird man folgendermaßen mit Sicherheit verfahren können. 1) Stopfe man in jede Fuge (von unten auf) in der Entfernung von 6 Zoll von der untern Gewölbfläche einen aus Werg wenig gedrehten Wulst nach der ganzen Breite des Gewölbsteines, gieße die Fugen der Gegen-Schlußsteine von oben mit Kitt- (Cement-) Mörtel, anfänglich aber nicht ganz aus, sondern nur 6 bis 12″ hoch, damit die Steine den eingegossenen Mörtel ꝛc. zusammenpressen können, während das Gewölbe sich setzt. Bei den übrigen Gewölbsteinen, d. i. von dem 5. oder 7. vom Schlußstein an, kann man die Fugen beinahe bis zur Oberfläche der Steine ausgießen oder bis 6 Zoll von den bleiernen Kugeln entfernt, wenn diese dem Gewölberücken zugelegt sind. Zwischen dem übrigen oder leeren Theil der Gewölbfugen lege man nämlich nach derjenigen Seite, wo sich, der Ausrüstung des Gewölbes gemäß, die Gewölbsteine an einander zu pressen streben werden, drei bleierne Kugeln (ihr Durchmesser sei $^1/_4$‴ größer als die Oeffnung, damit sie in die Fugen hineingepreßt werden können) auf 6″ Entfernung und von dem Ende des Gewölbsteines ebenso weit; da wo sich die Gewölbsteine parallel zusammenpressen werden, legt man oben und unten 3 solche Kugeln in die Fuge. Dieselben werden sich also bei der Setzung des Gewölbes platt drücken und die gänzliche Annäherung der Gewölbstein-Kanten verhindern, folglich auch ihre Zersprengung. 2) Sowie sich das Gewölbe setzt und die Kugeln sich abplatten, gieße man dünnen Mörtel in die Fugen und verkeile die Zwischenräume vom Gewölberücken abwärts mit harten oder Schiefersteinen. Auf diese Weise wird die untere Gewölbfläche eine regelmäßige Bogenform behalten und man wird nicht wie gewöhnlich genöthigt sein, von dieser viel abzuhauen. Zu der Gleichhauung aller Gewölbsteine des ausgerüsteten Bogens oder der einzelnen hervorragenden Theile von der äußern Fläche der Brücke bedient man sich der Hänggerüste. Bei der untern oder innern Gewölbfläche setzt man Gerüste auf Schiffe, bringt Pfahlgerüste oder auch Hänggerüste an. Das Verfahren, welches die Römer zur Zeit der Republik und die Chinesen beobachteten, nämlich die Gewölbsteine nach der Länge des Bogens parallel zu setzen, haben die Neuern mit Recht verworfen.

Sie setzen daher alle Gewölbe in Parallel-Lagen nach der Breite auf und machen die Gewölbfugen zwischen den Steinen der Stirnbogen und den Zwischensteinen gewöhnlich doppelt so groß als die aufrecht stehenden Gewölbfugen ꝛc. Ist die Aufsetzung der Gewölbsteine bis zur Hälfte des

Gewölbes fortgerückt, so wird der übrige Theil des Bogens bis zum Schlußstein gemessen und die Fugen abgezogen, um genau zu wissen, ob man mit den Gewölbsteinen, die man noch zu setzen willens ist, auskommen werde und ob es nothwendig sei, ihre Dicke um etwas zu vergrößern oder zu verringern. Solche Messung wird auch alsdann wiederholt, wenn etwa noch 12 Gewölbsteine in den Stirnbogen zu setzen sind. Ehemals wurden die Gewölbsteine der Brückenbogen gleich hoch gemacht und die Oberfläche parallel mit der Unterfläche behauen, wie die Brücke Senatorius zu Rom und mehrere ꝛc. Späterhin machte man die Oberfläche der in der Nähe des Schlußsteines stehenden Gewölbsteinlagen wagerecht (horizontal), wie bei der Brücke Royal zu Paris, Orleans, Neuilly und fast bei allen Brücken unserer Zeit geschehen ist.

Auch die Römer haben zuweilen diese Wölbungsart ausgeführt; darnach sind z. B. die Bogenstellungen (Arcaden) des Colliseums gemacht worden. Man hat dieser Wölbungsart, insbesondere wenn die oben wagerecht behauenen Gewölbsteine sich weit vom Schlußstein entfernen, den Vorwurf machen wollen, daß dadurch ein zu großer Druck gerade auf die schwächsten Theile des Gewölbes stattfinde; aber man erwog dabei nicht, 1) daß selbst die obern wagerecht (horizontal) auslaufenden Verlängerungs-Gewölbstücke auch die Fortsetzung des Gewölbes ausmachen; 2) daß die Ausrüstung des Bogens schon alsdann geschieht, wenn die untern Gewölbsteine, nicht aber die Verlängerungsstücke gesetzt sind und wenn der Mörtel in den Fugen getrocknet ist, welches Austrocknen etwa nach einem Monate des bewerkstelligten Gewölbschlusses erfolgt; 3) daß es also besser sei, auf diese untern Gewölbsteine nach der geschehenen Ausrüstung noch andere, das sind die Verlängerungs-Gewölbstücke, wozu man auch leichtere, als z. B. Tuffsteine, wie bei der Münchener Brücke geschehen sein soll, wählen kann, zu setzen, als darüber ein mit wagerechten und lothrechten Fugen zu machendes Gemäuer aufzuführen. Eine andere Maßregel bei Aufführung der Gewölbe tritt ein, daß man die Schenkel der Bogen nicht vollkommen ausmauert, bevor die Ausrüstung geschehen ist. Dieselbe war bei der Brücke von Nogent nicht befolgt worden, daher spaltete sich dieses Gemäuer und der Bogen setzte sich in seinen schwächsten Puncten sehr bedeutend, so daß man genöthigt war, dasselbe abzutragen und viel von der innern Gewölbfläche abzuhauen, um nur eine regelmäßige Gewölblinie zu erhalten. Ein solches zu hoch aufgeführtes Gemäuer verhindert nämlich, daß sich darin die durch das Setzen des Bogens geöffneten

Gewölbfugen nicht wieder schließen, und man war genöthigt, in dieses Gemäuer Einschnitte zu machen, damit es theilweise dem Gewölbe selbst nachgab.

Mit einer entgegengesetzten Maßregel, d. i. wenn man kein Gemäuer gegen den Bogen aufführt, erhalten dessen erste Gewölbsteinlagen nicht den so nothwendigen Gegendruck; sie können daher seitwärts ausgedrückt werden, welches vorzüglich bei flachen und ausgebauchten Bogen und bei Halbkreisen stattfinden wird. Zum sichersten wird in dieser Hinsicht verfahren: a) wenn man mit den Gewölbsteinen auf dem Bauplatze einen Versuch über ihr Abgleiten anstellt, nachdem zwischen 2 Steinen eine bis 2 Linien dicke Cement-Mörtellage ausgebreitet und diese ganz erhärtet ist. Derselbe giebt also den Winkel diejenige Fuge zu erkennen, bei welcher die ersten Gewölbsteinlagen abzugleiten trachten, bis wohin also die ruhenden Gewölbsteinlagen gehen. Von dem Anfang der vorletzten ruhenden Gewölbsteinlage fälle man eine lothrechte Linie, und führe bis zu dieser das Gemäuer über den Bogen in zurückgezogenen Lagen bis unter den Cordon der Brücke (über das Lehrgerüste) auf, und nehme dann die Ausrüstung vor. Endlich muß noch bemerkt werden, daß die Verlängerungs-Gewölbsteine stets, wo sie sich oben an die nächsten wagerecht (horizontal) zu legenden Steine der Tympans anschließen, lothrecht abgehauen werden müssen, damit sie an diesen ihren Kanten nicht brechen, welches bei einer spätern Nachsetzung des Gewölbes erfolgen müßte, wenn man diese Seite des Steines mit dem untern Theile bis oben hinauf nach einem Halbmesser fortlaufen läßt ꝛc. Die Ausrüstung wird von unten nach oben und zwar zugleich in allen Bogen mit Ausschalung der obern Lagerkeile, dann der untern Lagerkeile und Lagerbalken bewerkstelligt. Es ist rathsam, diese Keile, von denen man unter jedem Gewölbstein zwei gegen einander legt, nicht hoch zu machen, damit sie bei der Ausrüstung leicht gespalten werden; bei der Brücke von Saumür betrug ihre Stärke nur 18'''. Ferner muß man die untern Lagerkeile und Lagerbalken immer nach und nach, sowie die Aufsetzung der Gewölbsteine fortrückt, auf das Lehrgerüst bringen, um den untern Gewölbfugen der zuletzt gelegten Gewölbsteine desto ungehinderter beikommen zu können ꝛc. Einige Monate nach der erfolgten Ausrüstung des Bogens werden die Obern- oder Verlängerungs-Gewölbsteine dergestalt aufgesetzt, daß ihre Fugen mit denen des eigentlichen Gewölbbogens fortlaufen; zugleich werden die Gewölbschenkel vollkommen mit Cement-Mörtel und Bruchsteinen oder Ziegeln bis gegen die Oberfläche

des Gewölbes ausgemauert, und dann wird über die ganze Fläche hin mit einem aus Cement, der mit nicht ganz klein gestoßenen Dachziegeln untermischt sein kann, bestehender Guß 3″ hoch angebracht, den man mit einem hölzernen, an einem Stiel befestigten Brett festschlägt, dann aber einige Tage über mit Brettern bedeckt, damit die Sonne darin keine Spalten verursacht. Diese Lage wird mit dünnem Mörtel, worunter Cement kommt, einen Zoll hoch begossen und dann wird er mit dem hölzernen Brett tüchtig zusammen geschlagen, so daß darin keine Ritzen bleiben ꝛc.

Während das Pflaster gemacht wird, kann man die Brustmauern oder eisernen Geländer, die Fahr- (Chaussee-) Dämme und Kaimauern vollkommen ausführen und vermittelst der Hänggerüste alle äußern Fugen der Brücke mit Steinkitt, der dem Froste widersteht, ausstreichen, wenn zuvor die innere Gewölbfläche genau abgemeißelt worden ist.

§. 204.

Man sieht hieraus, welchen Schwierigkeiten und Nachtheilen man bei Ausführung großer Brücken entgegen zu arbeiten hat. Durch die Beweglichkeit in den aus einzelnen Keilen bestehenden Bogen, theils durch Biegsamkeit der Gerüste während der Ausführung, theils und zwar entgegengesetzt, durch Senkung des Gipfels und Ausbauchung der Seiten wird es schwierig, ja unmöglich, eine bestimmte Krümmung zu erhalten, und der Zusammenhang der Speise mit den Steinen wird dabei aufgehoben.

Die Biegsamkeit der Gerüste hängt von der Holzart ab, bei einer bestimmten Krümmung von den Abmessungen, dann von ihrer Zusammensetzung oder innern Verbindung. Eichenholz ist dabei den weichen Holzarten weit vorzuziehen. Vorzüglich wird man hohe Bogen und nöthigenfalls mehrere über einander aufstellen, Bei der Verbindung müssen namentlich die Seiten, da wo sie am leichtesten einbiegen, am stärksten durch innere Ausbindung gestützt werden. Man sehe also nur darauf, daß dem Einbiegen in seiner Richtung hinlänglich starkes Längen- oder Balkenholz entgegenstrebt. So läßt sich, mit dem gehörigen Aufwande, diesem Einbiegen immer entgegenwirken. Je klüger der Baumeister aber die Gerüste anordnet, desto geringer wird der nöthige Aufwand.

Das Senken des Gewölbes nach dem Ausrüsten, wenn der Mörtel in den Fugen nicht selbst mehr zusammendrückbar ist, ist Folge von Schwäche des Bogens oder unrichtigem Fugenschnitte. Ist dieser senkrecht

auf der untern Wölbungslinie oder rechtwölbig, so müssen die Steine vom Schlusse ab immer stärker werden, wenn sie sich im Gleichgewicht erhalten sollen. Diese Verstärkung ersetzen zum Theil die Satzmauern, die Herr v. Wiebeking auf die Erfahrung bei der Brücke von Nogent verwirft und erst nach dem Ausrüsten und Setzen des Bogens ausgeführt haben will, wenigstens über der Höhe, bis zu der die Gewölbsteine sich von selbst auf ihrem Lager erhalten. Herr v. Wiebeking setzt zwar nach seiner Erfahrung diese Höhe auf 80° fest, wenn man so langsam mauere, daß der Mörtel gehörig anziehen könne, wobei dann der übrige obere Bogen von 10° wohl gar keine Ausbiegung des Mittelbogens bewirken, sich also selbst nicht mehr setzen könnte; allein wenn auch unter diesen Umständen ein Stein vom andern nicht abgleitet, so ist hierbei doch zu erinnern, daß ein gleich und nicht hinlänglich starker Bogenschenkel von 80° Länge umdrehend überkippen würde und allerdings das Gerüst belastet, so lange die Bindekraft des Mörtels diesem Hebelgewicht nicht gleichkommt.

Ein anderes Mittel, ein Gewölbe von einer bestimmten Stärke im Gleichgewicht zu erhalten, ist ein richtiger Fugenschnitt. Dieser muß nicht rechtwölbig, sondern so beschaffen sein, wie ihn die Lehre vom Gleichgewicht für diesen Fall bestimmt.

Die Hintermauerung wird nach dem Schlusse des Gewölbes auf die obere Wölbungsfläche aufgesetzt. Sie muß aber durch Binder, die über die obere Wölbungsfläche hervorragen, mit dem Gewölbe selbst und durch Verzahnung mit der Pfeilermauer innigst verbunden werden. Pfeiler, Satzmauer und Wölbung wird dadurch ein einziger zusammenhängender Körper. Deshalb ist auch in der Satzmauer ordentlicher Verband zu halten. Die Vereinigung mit der Satzmauer kann auch durch verstärkende Gurte in der Wölbung bewirkt werden, die aber gegen den Gipfel hin sich verlieren müssen, um dadurch die Fahrbahn nicht zu erhöhen.

Die Ausrüstung darf nicht, wie Herr v. Wiebeking vorschreibt, sogleich nach der Hintermauerung, sondern erst dann geschehen, wenn in dieser die Speise schon möglichst erhärtet ist. Bei weitem die meisten Beschädigungen der Brückenwölbung geschehen durch diese Uebereilung.

Durch den künstlichen Fugenschnitt geht durch Verhauen offenbar viel an Stoff verloren, und dieser Verlust kann in Absicht auf Festigkeit so bedeutend werden, als der durch Kunst erlangte Gewinn. Läßt man im Bogen einzelne längere Binder durchgehen, so können dieselben im obern

Zwischenraume durch Steine geschlossen werden. Dadurch kann man oft mit geringeren Kosten eine dickere Wölbung erhalten.

Baugeschichte der berühmtesten steinernen Brücken.

§. 205.

Brücke zu Babylon. Diese erbaute, nach Diodors Angabe, die Semiramis, nach Herodots Angabe die Nitokris; sie war 3000 griechische Fuß lang. Ihre Pfeiler waren 12′ von einander entfernt, von großen Hausteinen, nach Ableitung des Euphrats, sehr tief gegründet, durch eiserne Klammern mit Blei vergossen befestigt, gegen den Strom zu scharfkantig, stromabwärts aber rund zu laufend. Die Brückenstraße, 20′ breit, bestand aus Balken von Cedern- und Cypressenholz, mit großen Palmenholzklötzen überlegt.

§. 206.

Brücken der Chinesen und Perser.

1) Brücke von Loyang, über einen Meerbusen in China, die größte Brücke in der Welt, ganz von Stein. Die Länge beträgt, bei 300 Pfeilerweiten, 26,800 Pariser Fuß. Gewaltige steinerne Balken, auf den Pfeilern ruhend, bilden die 70′ breite Fahrbahn. Die Pfeilerweite soll $74^1/_2$′ betragen, die Pfeiler selbst sollen 15′ dick, 70′ hoch sein und beiderseitig scharfkantige Häupter haben, die bis unter die Steinbalken hinangehen. Die Balken sollen über 15′ breit, 9′ Fuß dick, nach andern Berichten 43′ lang, $4^1/_2$′ breit, $4^1/_2$′ hoch sein. Das Brustgeländer liegt zwischen Fußgestellen auf jedem Pfeiler, worauf jedesmal eine Löwe, 21′ lang, aus einem Block gehauen, liegt.

2) Brücke von Fochen über den Min in China, den Römerbrücken ähnlich, soll über 22,000′ lang, 60′ breit sein, mit 100 Halbkreisbogen, jeder 120′ weit. Jeder Pfeiler ist etwa 100′ breit und ragt 60′ über das Mittelwasser. Die ganze Brückenhöhe wird zu 150′ angegeben. Die Brustlehne ist von weißem Marmor mit chinesischen Schnörkeln versehen; das Kranzgesimse hat Tragsteine. Ueber jedem Pfeiler ruht beiderseitig auf der Brustlehne ein 21′ langer Löwe aus einem einzigen schwarzen Marmorstück. Alle 20 Pfeiler weit steht ein Siegesbogen. Dieses ganze ungeheure Werk ist aus 24 bis 28′ langen, 5′ dicken weißen Marmorblöcken aufgeführt.

3) Die Brücke von Marambum in China, abwechselnd mit gothischen, in der Spitze abgerundeten Bogen zwischen Halbkreisbogen. Jene sind enger als die letztern. Sie ist über 2000′ lang.

4) Die Brücke von Fou-hiang-hien in dem Tschekiang in China, dem pons Janicularis ähnlich, 150′ lang, mit 3 Halbkreisbogen, deren mittelster 40′ weit ist. Die 10′ dicken Pfeiler haben dreieckige Vorhäupter, darüber Brückenaugen, thorartig überwölbt.

5) Die Brücke von Barbaruh über den Sonderuth in Ispahan, 2250′ lang, 156′ breit, 120′ hoch, auf 29 ein- und ausgebauchten Spitzbogen, jeder 50′ weit. Die Pfeiler sind 25′ dick und haben Vor- und Hinterhäupter in Form wagerecht und senkrecht abgeschnittener Eitheile. Die unter allen Pfeilern gemeinschaftlich fortlaufende Grundmauer geht bis über das Mittelwasser und hat in der Mitte jedes Bogens einen schmalen Canal. Jeder Pfeiler ist über der Grundmauer auch quer überwölbt. Die Brückenbahn ist nach der Länge durch eine hohe Mittelmauer in 2 Hälften getheilt, eine für das Volk, die andere zur Verbindung beider Serails. Die Seitenwege an den Brustlehnen bestehen aus Bogenstellungen in der nämlichen Wellenform, haben eine gewölbte Decke und darüber Altane, wozu an jedem Brückenende zwei Treppen führen.

6) Die Brücke von Aliverdichan über den Sonderuth in Ispahan, vom Erbauer so genannt, 2230′ lang, 135′ hoch, 100′ breit, davon die Mittelstraße 60′, mit Marmor gepflastert, beiderseits mit wellenförmigen Bogenstellungen eingefaßt, mit zwei über einander liegenden Umgängen, zu denen man auf Treppen in den auf jedem Ende erbauten vier Thürmen kommt. In diesen Thürmen steigt man auch unter die Brücke. Jeder Pfeiler hat einen halbkreisförmigen Querbogen. Die Brücke hat 29 gedrückte Bogen zu 50′ Weite. Sie entspringen aus viereckigen Pfeilern ohne Schutzhäupter.

§. 207.

Römische Brücken.

Hierbei herrschen: der volle und der Stichkreisbogen, geringe Spannung, gewaltige Pfeiler bis $1/3$ der Spannung dick, meist scharfkantige Vorhäupter, oft Brückenaugen, hohe Auffahrten 2c.

1) Brücke von Salamanca über den Tormes in Spanien, uralt, fest, sehr einfach, von Trajan im Jahr 98 erneuert, jetzt sehr verdorben,

2532′ lang, 64′ breit. Sie hatte 26 Halbkreisbogen, aus 104′ hohen Pfeilern entspringend, ohne Schutzhäupter.

Anmerkung. Hier, wie bei allen folgenden Brückenmaßen ist der alte Pariser Fuß zu verstehen.

2) Pons senatorius (p. palatinus, ponte di S. Maria Egittiaca, jetzt ponte rotto), die erste steinerne Brücke in Rom, von M. Falvius Flaccus im Jahre 127 v. Chr. gegründet. Augustus ließ sie erneuern, auch Gregor XIII. 1598 ließ sie wieder herstellen. Vom alten (wahrscheinlich Augustchen) Bau sind noch 3 schöne Bogen übrig.

3) Pons Milvius (p. Aemilius), über die Tiber bei Rom. Mehrmals gerissen und erneuert, zuletzt vom Papst Nicolaus V. mit Spitzbogen.

4) Pons Sublicius (p. Herculis, p. Aemilius, p. Lepidi, Lepidens oder Marmoreus, die heilige Brücke). Die älteste Brücke in Rom, anfänglich aber von Holz, 32 Jahr v. Chr. von Aemilius Lepidus aus Marmor aufgeführt, von Tiberius, dann von Antonius Pius erneuert, seit 791 n. Chr. nicht mehr.

5) Pons Janiculensis, über die Tiber, von Antonius Pius aus Marmor erneuert (daher p. Aurelius), endlich von Sixtus IV. neu aufgebaut.

6) Pons Lucanus, über den Teverone, eine der ältesten, mit 3 Halbkreis- und 1 (wahrscheinlich spätern) Spitzbogen.

7) Pons Fabricius (p. Tarpejus di quatro Lagi) in Rom, 62 Jahr v. Chr. erbaut, 233′ lang, 20′ breit, mit 2 Bogen, 3 Brückenaugen, von Innocenz XI. erneuert. Der Grund dieser Brücke besteht besteht aus umgekehrten (Erd-) Bogen.

8) Die Brücke bei Narni über die Nera, zwischen Loretto und Rom, ein großes schönes Werk des Kaisers Augustus, 576′ lang, mit 4 ungleich weiten Halbkreisbogen, mit Bogensäumen, wovon noch Trümmer und der kleinste Bogen ganz vorhanden sind. Die Pfeiler hatten keine Schutzpfeiler und die Quadersteine waren ohne Mörtel, aber mit Eisen in Blei verbunden.

9) Die Brücke von Saintes (Xaintes), über die Charente in Frankreich. Die alte Hälfte, von den Römern unter Tiberius erbaut, ist 150′ lang, hat 3 Halbkreisbogen mit Säumen. Den neuern Theil

der Brücke, von Blondel 1666 erbaut, begrenzt davon ein gewaltiger Pfeiler mit einem zweithorigen Triumphbogen des Germanicus. Dieser neue Theil hat 6 Bogen, darunter 3 Spitzbogen.

10) Die Brücke von Rimini über den Rimini, von Palladio, mit der größten Genauigkeit ausgeführt, ganz aus Marmor, von August angefangen, von Tiberius vollendet, 200′ lang, mit 5 Halbkreisbogen, $12^1/_2$′ dicken Pfeilern, mit gleichschenkelig rechtwinkeligen Vorhäuptern. Auf jedem Vorhaupte steht ein korinthisches Säulen-Paar mit Gebälke und dazwischen eine Nische. Das Gurtesims hat schöne Tragsteine. Noch eine solche Brücke führt über die Marachia bei Rimini.

11) Die Brücke von Civitá castellana über die Cremera, 448′ lang, 31′ breit, mit 3 Halbkreisbogen, davon der mittlere 70′ weit ist. Ueber den Dreiecksvorhäuptern sind hochlängliche Brückenaugen. Das Gurtgesimse hat Tragsteine. Der Baustoff besteht aus Ziegeln, Marmor rc. Der Grund hat umgekehrte Bogen.

12) Trajans Brücke über die Donau, von Apollodorus von Damascus im Jahre 102—104 erbaut, zum Schutze Daciens, nach Dio Cassius eines der bewundernswürdigsten Werke der Alten. Nach ihm hatte die Brücke 20 Pfeiler aus Quadersteinen, 150′ hoch, 60′ breit und 170′ weite Bogen. Ihre Länge wäre demnach 4940′ gewesen (ungefähr 4500′ Pariser). Hadrian ließ die Gewölbe einstürzen. Bei der verwüsteten Stadt Warsel unweit Severino, in Ungarn, fand man Trümmer mit Inschriften.

13) Die Brücke von Alcantara über den Tajo in Estremadura, groß und kühn, aus Granit, im Jahre 103 dem Trajan geweiht, 578′ lang, 27′ breit, 150′ über dem Wasser, auf 6 vollen Bogen, die 2 mittelsten 96′, die folgenden 70′ und die äußersten 41′ weit. Die Gewölbdicke ist 5′. Die Pfeiler der 2 größten Bogen haben $^1/_4$ der Bogenweite zur Dicke. In der Mitte der durchaus wagerechten Brücke steht ein Triumphbogen des Imperators.

14) Die Brücke von Terni über die Nera bei Spoleto, aus den Zeiten Trajans, jetzt in Trümmern, war 2432′ lang, 30′ breit, hatte 17 volle Bogen, jeder 123′ weit, auf 100′ hohen Bogen ohne Häupter.

15) Pons Aelius (die Engelsbrücke) über die Tiber, in Rom, von Trajan durch den Baumeister Messius Rusticus erbaut. Diese Brücke verbindet die Engelsburg (Moles Hadriani) mit der Stadt, ist 400′ lang, 34′ breit, hat 3 Mittelbogen zu 56′ weit, und zu jeder Seite

noch 2 Nebenbogen für die Hochgewässer, zu 24′ und 17′ weit. Die Gewölbsteine sind durch metallene und steinerne Dollen in Blei und Cement verbunden. Die Bogen haben Säume, die Pfeiler dreieckige, in der Spitze abgerundete Vorhäupter und halbkreisförmige Hinterhäupter. Auf 4 Pfeilern erhoben sich zu jeder Seite hohe Säulen, also deren 8, mit Riesen-Standbildern aus Bronze bestellt. Diese Säulen mit dem schönen Brustgeländer wurden zerstört. Nicolaus V. ließ sie im Jahre 1450 wieder aufrichten, die marmornen Fußgestelle, und dazwischen ein durchbrochenes Geländer wieder herstellen. Clemens IX. stellte auf jedes der 10 Fußgestelle im Jahre 1668 ein Riesen-Standbild von demselben Marmor, nach der Zeichnung des Ritters Bernini.

16) Pons Mammaeus (ponte Mamolo) über den Teverone, vier Meilen von Rom, von Antoninus Pius erbaut, von der Mammaea, Mutter des Alex. Severus, erneuert, 204′ lang, 27′ breit, mit 3 vollen Halbkreisbogen. Davon ist der mittlere 60′ weit, mit Jupiters Adler, mit Donnerkeil in einem Lorbeerkranz verziert. Ueber beiden Mittelpfeilern sind kreisrunde Brückenaugen; die Vorhäupter sind gleichschenkelig dreieckig; die Gurtgesimse ruhen auf schönen Tragsteinen.

17) Brücke bei Boisseron über die Venuvre in Languedoc, ein römisches Werk, 200′ lang, 12′ breit, mit 5 Halbkreisbogen, länglich viereckigen Brückenaugen und gleichschenkelig dreieckigen Vorhäuptern.

18) Brücke von Sommières über den Vitourle in Languedoc, 300′ lang, 23′ breit, mit 8 vollen Halbkreisbogen, dreieckigen Vorhäuptern und Nischen zwischen den Schenkeln.

19) Pons Cestius (Esquilinus, ponte Ferrato, p. di S. Bartholomeo) zu Rom, von den Kaisern Valentinianus, Valens und Gratianus erbaut oder vielleicht nur erneuert, 165′ lang, 30′ breit, aus harten Tuff- und Sandsteinen, in der Mitte mit einem 72′ weiten Halbkreisbogen, zu beiden Seiten mit Durchgängen für das Hochwasser.

20) Pons Triumphalis (Vaticanus, Aurelianus, P. Nobilium) zu Rom, von Valentinianus, Valens und Gratianus vollendet, 354′ lang, mit 5 Halbkreisbogen, mit einem (korinthischen) Gebäude und einem Siegesbogen bedeckt, jetzt in Trümmern.

21) Brücke von Capo Dorso in Sicilien, mit einem 90′ weiten Halbkreisbogen, 180′ lang, 16′ breit, mit 2 kleinern Durchlässen.

22) Brücke und Wasserleitung von Spoleto über den Bergstrom Marachia, die höchste aller Brücken des Erdbodens, von Theodorich

dem Großen im Anfang des 6. Jahrh. erbaut. 10 Spitzbogen, fast 66′ weit, auf fast 11′ dicken und äußerst schlanken Pfeilern gegründet. Der mittlere Pfeiler steigt 320′ über den Marachia. Das ganze Werk ist 855′ lang, 40′ breit, an der höchsten Stelle 400′ hoch über dem Wasser und besteht noch heute aus sehr harten Steinen.

23) Pons Salarius über den Teverone bei Rom, einst von Tarquinius Priscus erbaut, dann von Totilas zerstört und von Narses wieder erbaut, 282′ lang, 27′ breit, mit einem gewaltigen Thurme.

24) Die Brücke Pilantio über den Teverone bei Rom, eine der ersten Brücken mit flacherem Kreisbogen. Diese 3 Bogen sind jeder 45½′ weit. Die 2 Brückenpfeiler, ohne Vorhäupter mit Brückenaugen, haben ¼ der Bogenweite; das Gurtgesims hat Tragsteine.

25) Die alte Brücke zu Vicenza gehört zu den erstern mit flächern Kreisstückbogen, ist 114′ lang, 25′ breit. Die Höhe der 3 Bogen beträgt ⅓ der Bogenweite; die 5½′ dicken Pfeiler enden als Halbsäulen im Haupte. Das Gurtgesims hat Tragsteine.

26) Die Brücke von Martorel über den Lobregat in Catalonien, mit 1 mittleren, 67½′ weiten Spitzbogen, einem solchen kleinern zu einer und einem Halbkreisbogen zur andern Seite.

§. 208.

Italische Brücken.

1) Die Brücke zu Vicenza, mit einem flachen, 95′ weiten, 28′ hohen Bogen. Die Bahn hat Stufen, ist also nur für Fußgänger.

2) Die bedeckte Brücke zu Florenz über den Arno (ponte vecchio, alte oder Brücke der Goldschmiede), vom Jahre 1340, 380′ lang, mit 3 flachen, 90—92′ weiten, 18′ hohen Bogen, 5′ hohen Schlußsteinen. Die Pfeiler, etwas unter ¼ der Bogenweite dick, haben scharfkantige Vorhäupter. Die wagerechte Brückenbahn hat einen Ueberbau in Pfeiler-Bogenstellung.

3) Ponte di Castel vecchio zu Verona über die Etsch, vom Jahre 1354, ohne die Thürme der Eingänge 372′ lang, 24′ breit, mit 3 flachen Bogen, wovon der größte 152′ weit ist. Die Pfeiler sind 18′ bis 19′ dick. Die Vorhäupter erheben sich als Thürme über die Brustlehne. Das Ganze ist von gebrannten Ziegeln.

4) Die bedeckte Brücke von Pavia über den Ticino, vom Jahre 1400, 600′ lang, 70′ breit, 108′ hoch, hat 7 gothische Spitzbogen zu

66′ weit, 60′ hoch. Die Brückenaugen sind krummlinige Dreiecke, wovon die 2 untern Schenkel mit den Bogenschenkeln gleichlaufen und so dem Ganzen ein äußerst leichtes Ansehn geben. Die Bedeckung hat mehrere Stockwerke, wozu Treppen führen. Die Hauptmasse ist Ziegelstein, die kleinen Säulen aber, welche auf jeder Seite in doppelter Reihe die Gewölbe der bedeckten Gänge für die Fußgänger tragen, sind von farbigem, ihre Capitäle und Fußgesimse von weißem Marmor, ebenso die Geländer ꝛc. Ueber den Gewölben sind Arabesken mit Vergoldungen auf blauem Grunde.

5) Die Brücke Molle über die Tiber bei Rom, auf den alten Pfeilern der Pons Milvius, 600′ lang, mit 4 Spitzbogen und 3 Halbkreis-Nebenbogen.

6) Die Brücke Sixtus in Rom, von Sixtus IV. im Jahre 1475 bis 1478 erbaut, 350′ lang, mit 4 Halbkreisbogen, scharfkantigen Vorhäuptern und über dem mittelsten Pfeiler mit einem kreisförmigen Brückenauge.

7) Die bedeckte Brücke über den Tanaro bei Alessandria in Italien, vor 1478 aufgeführt, 690′ lang, 23′ breit, mit 10 nicht sehr flachen Bogenstücken, 64′ bis 30′ weit. Die Pfeiler, meist $^1/_4$ der Bogenweite dick, haben dreieckige Vorhäupter. Das Ganze ist von Backsteinen, die Wölbung aber von Werkstücken.

8) Ponte corvo, krumme Brücke über den Melza in Neapel, von Steph. d. Piombino nach einem Kreisbogenstücke, gleich $^1/_6$ des Umfangs im Grundrisse angelegt und mit dem Scheitel gegen den Strom gewendet, im Jahre 1505 vollendet, 600′ lang, 42′ breit, mit 7 Halbkreisbogen, wovon der mittelste 88′ weit ist. Die beiden äußersten und kleinsten sind 70′ weit. Dieses Werk steht auf einem im Ganzen durchlaufenden Grundwerke.

9) Marmorbrücke über den Arno zu Florenz, von Mich. Angelo Buonaroti, ein einziger, 130′ weiter Bogen. Der Bogen ist 28′ hoch, der Schlußstein 5′ hoch. Die Brücke ist ganz wagerecht, $33^1/_2$′ breit, von Marmor.

10) Die Dreifaltigkeitsbrücke über den Arno zu Florenz, die erste italische Brücke mit gedrücktem Bogen, 1558 erbaut, 340′ lang, mit 3 Bogen, der mittelste 100′, die andern 84′ weit und $^1/_8$ der Weite hoch. Die Pfeiler haben $^1/_4$ der Weite zur Dicke und dreieckige Schutzhäupter.

11) Die bedeckte Brücke Rialto zu Venedig über den großen Canal, ein einziger, flacher, 90′ weiter, 19′ hoher Marmorbogen, an jedem Ende mit 3 Marmortreppen, zu beiden Seiten mit marmornen Kaufmannsbuden.

12) Die Brücke Felice zwischen Rom und Otricoli über die Tiber, von Sixtus V. erbaut, 370′ lang, mit 4 Bogen zu 46′ weit. Sie hat Bogensäume, Schlußsteine, Brückenaugen.

§. 209.

Deutsche Brücken.

1) Die Brücke von Kösen bei Naumburg über die Saale, ein Werk des 11. Jahrhunderts, 288′ lang, mit 8 Bogen, wovon die mittelsten 5 Spitzbogen, die andern Halbkreisbogen sind, 24 bis 25′ weit; die Pfeiler haben die halbe Bogenweite zur Dicke und runde Vorhäupter. Die Anfahrten sind steil.

2) Brücke zu Regensburg über die Donau, vom Jahre 1135 bis 1146 erbaut, 1072′ lang, 24′ breit, mit 15 Bogen, wovon die 3 mittelsten voll, die übrigen flach, aber nicht sehr vom Halbkreis entfernt sind, 57 bis $35^1/_2$′ weit. Die Pfeiler, 20 bis 24′ dick, haben dreieckige Vorhäupter. Die Gründe der Pfeiler haben weitläufige Vorbaue.

3) Die Mainbrücke in Würzburg, im 13. und 14. Jahrhundert erbaut, 465′ lang, mit Bogen zu 31′ weit, aus einheimischen Sandsteinen. Die Pfeiler haben die halbe Bogenweite zur Dicke und ihre Vorsprünge bilden die runden Schutzhäupter, die bis zur Brückenstraße hinaufreichen und daselbst mit großen Standbildern und Heiligen besetzt sind. Dieses geschah im Anfange des 18. Jahrhunderts.

4) Die Elbbrücke zu Dresden, im 12. Jahrh. erbaut, 1727 bis 1732 umgestaltet, 1358′ lang, 35′ breit, mit 18 Halbkreisbogen, 58 bis 37′ weit; die Pfeiler sind manchmal so breit als die Bogenweite, und die abgerundeten Vor- und Hinterhäupter steigen bis zur Brückenbahn herauf und bilden daselbst Balcone. Das Gurtgesims hat große Tragsteine, das Geländer ist leicht, von Eisen. Auf einem der Balcone steht ein Heiland am Kreuze aus Bronze, reich vergoldet, über einem Calvarienberge aufgestellt. Das Ganze besteht aus hartem Sandsteine.

5) Die Prager Brücke über die Moldau. Karl IV. legte 1358 den Grundstein. Die Vollendung geschah im 18. Jahrh. von Karl VI.

Die Länge ist 1645′, die Breite 34′. Sie hat 18 Halbkreisbogen, meist 70′ weit, aus Werkstücken mit Bogensäumen. Das übrige Mauerwerk besteht aus Bruchsteinen. Aus den breiten Brückenpfeilern entspringen Bilderstühle, auf welchen 1709 und 1710 28 Standbilder errichtet wurden. Die Vorköpfe der Pfeiler sind gleichschenkelig zugekantet.

6) Die Brücke von Heidelberg über den Neckar, 1787 und 1788 erbaut, 604′ lang, 24′ breit, gegen jedes Ende bis zu 17′ Weite verengt. Sie hat 9 flache, dem Halbkreis nahe kommende Bogen, wovon der mittelste 68′ weit ist. Die Vorhäupter sind theils dreieckig, theils nach dem Dreiecke zu gekantet. Die Hinterhäupter sind alle flach abgerundet. Die Brücke hat Balcone mit Denkmälern.

7) Die Fleischbrücke zu Nürnberg über die Pegnitz, 1597—1600 erbaut. Der einzige kühnflache Bogen ist 91′ (Par.) weit, 12′ hoch. Die Schlußsteinhöhe ist 3′ 8″. Die Brückenbreite beträgt $46^3/_4$′.

8) Die Karlsbrücke (A-B-C-Brücke) zu Nürnberg, 1720—1728 erbaut, mit zwei Korbbogen, die ersten und einzigen dieser Art in Deutschland.

9) Die Sternbrücke zu Weimar über den Ilmfluß, mit Brückenaugen, den ersten in Deutschland, mit 3 flachen Bogen.

10) Die Brücke von Zwettau bei Torgau über die alte Elbe, 1730 erbaut, 690′ lang, mit 12 Halbkreisbogen. Die Pfeiler haben abwechselnd dreieckige Vorköpfe.

11) Die Brücke von Hohenlimburg über die Lanne in der preuß. Grafschaft Mark, 1796 erbaut, aus schwarzgrauem Marmor, 380′ lang, 15′ breit, mit 7 Halbkreisbogen, der mittelste 38′ breit. Die Pfeiler sind 10′ breit, die Vor- und Hinterhäupter spitzbogig zugekantet. Die mittelsten reichen bis zur Brückenbahn herauf und bilden gegenüber stehende Balcone mit Ruhebänken. Das Geländer der Balcone ist von Stein, das übrige aber von Eisenstäben.

§. 210.

Brücken der Spanier.

1) Die Toledo-Brücke zu Madrid über den Manzanares, im 13. Jahrhundert erbaut, 520′ lang, mit 9 Halbkreisbogen, 32′ weit, 8 Pfeilern, 20′ breit. Die Vor- und Hinterhäupter gehen als 18′ dicke halbkreisförmige Thürme bis zur Brückenstraße.

2) Brücke von Valenzia über den Guadalaviar, 530′ lang, mit 10 äußerst flachen Bogen von 40′ Weite und kaum 4′ Höhe. Die Pfeiler sind kaum 9′ breit und dreieckig zugekantet.

§. 211.

Brücken der Engländer.

1) Die Londonbrücke (alte Brücke) über die Themse zu London, aus dem 12. Jahrhundert, 858′ lang, 42′ breit. Von den 20 (meist flachen Spitz-) Bogen wurden im Jahre 1756 die 2 mittleren abgetragen und dafür nur einer, 67′ weit, errichtet. Manche Pfeiler kommen in ihrer Breite der Bogenweite gleich, wodurch nachtheilige Aufstauungen entstehen.

2) Die Westmünsterbrücke in London, vom Franzosen de la Belie 1738—1750 erbaut, 1146½′ lang, 45′ breit. Sie hat 13 Halbkreisbogen. Der mittelste ist 72′ weit. Diese Weite nimmt gleichmäßig bei den äußern ab, bis auf 51′. An jedem Ende ist noch ein Bogen von 21′ weit. Die Pfeilerbreite nimmt ebenfalls von 16′ bis 11′ ab. Die Vorhäupter sind nach dem Dreieck zugekantet und gehen durch einen Oberbau bis zur Brückenbahn, wo jedesmal ein Häuschen mit Ruhebänken, in Form des halben Achtecks, nach der Straßenmitte offen, angebracht ist.

3) Die Blackfriarsbrücke (Schwarzmönchbrücke) in London, 1760—1770 erbaut, 933′ lang, 42′ breit, mit 9 flachen Bogen, ⅓ der Weite hoch. Die Bogenweite nimmt von der Mitte aus von 92′ bis 68′ ab. Die Vorhäupter sind unten wellenbogig, oben halbkreisförmig. Die Pfeilerbreite beträgt ¼ bis ⅓ der Bogenweite.

4) Die Waterloobrücke (Strandbrücke) zu London, 1814—1817 erbaut, 1200′ lang, 42′ breit, mit 9 Korbbogen zu 12½′ weit, ¼ der Bogenweite hoch. Die Höhe des Schlußsteines ist 1/24 der Bogenweite und die Pfeilerbreite ⅙ derselben. Die Häupter sind spitzbogig zugekantet. Ueber jedem steht ein Säulen-Paar, welches das Gesims mit Tragsteinen trägt. Das Regenwasser wird in Röhren durch die Pfeiler abgeführt. Der Baustoff ist Granit.

5) Die Brücke von Maidenhead zwischen Oxford und Lichfield über die Themse, 475′ lang, 32′ breit, mit 13 Bogen, wovon 7 als Hochbogen merkwürdig sind.

6) Die Brücke von Blenheim, 405′ lang, hat einen nicht sehr flachen Bogen von 92′ Weite und 2 kleinere Halbkreisbogen, zwischen welchen verschiedene Wohnungen und Gemächer angebracht sind.

7) Die Brücke über den Taff, ganz von Backsteinen, mit einem einzigen 132′ weiten, 33′ hohen Bogen und über jedem Schenkel mit 3 Brückenaugen.

8) Die Brücke Esser zu Dublin, 255′ lang, mit 4 Bogen von 45′ bis 32′ weit. Die Pfeiler sind $^1/_5$ der Bogenweite breit.

9) Die Brücke von Shrewsbury über den Severn, mit 7 Halbkreisbogen. Ihre Länge ist 420′, ihre Breite 27′. Die Pfeilerbreite ist $^1/_5$ der Bogenweite. Die Vorhäupter haben Dreieckskanten.

10) Die Brücke bei Perth in Schottland, von Smeaton erbaut, 850′ lang, mit 9 Bogen.

11) Die Brücke von Lancaster, mit 5 flachen Bogen, halbkreisförmigen Vorhäuptern, darauf Säulen-Paare mit fortlaufendem Gesimse und Nischen zwischen den Bogenschenkeln.

12) Die Brücke von Hennelay über die Themse, 1784 erbaut, 237′ lang, mit 5 Halbkreisbogen, Bogensäumen, $^1/_4$ der Bogenweite breiten Pfeilern, halbkreisförmigen, nach oben sich verjüngenden Schutzhäuptern.

13) Die Brücke von Dunkelden über den Tay in Schottland, 1809 vollendet, 635′ lang, 25′ breit. Die 5 Hauptbogen sind flach, $^1/_3$ der Weite hoch. Die 2 Nebenbogen sind halbe Kreise. Der mittelste Bogen ist der größte und 84′ weit, und im Schlusse kaum 3′ dick.

14) Die Brücke von Kew über die Themse, 312′ lang, mit 5 Bogen. Die Pfeilerbreite beträgt kaum $^1/_8$ der Bogenweite.

§. 212.

Brücken der Franzosen.

Diese Brücken sind durch Größe und Kühnheit ausgezeichnet. Nach der Zeitfolge werden folgende bemerkt:

1) Die Brücke über die Durance bei der ehemaligen Karthause von Bonpas, die erste große Brücke nach dem Untergange des römischen Reichs, von den Brückenbrüdern erbaut. Jetzt in Trümmern.

2) Die Brücke von Avignon über die Rhone, von 1177—1188 erbaut, 2770′ lang. Von den 21 Bogen stehen nur noch 4.

3) Die Brücke de la Guillotière in Lyon, 1755′ lang, mit 18 Bogen von 98′ bis 24′ weit, von Innocenz IV. aus dem Ertrage der Ablässe erbaut.

4) Die heilige Geistbrücke daselbst, 1305 vollendet, 2524′ lang, 16½′ breit, in 3 Richtungslinien mit 19 Bogen von 76′ bis 107′ weit und 6 kleineren Bogen, die später angebaut wurden. Die Pfeilerbreite ist ⅓ der Bogenweite.

5) Die Brücke von Ceret über den Tech, 400′ lang, 12′ breit, hat einen 138½′ weiten Halbkreisbogen aus schmalen Werkstücken. Das Uebrige besteht aus Backsteinen.

6) Die Brücke von Vieille Brioude auf Felsen gegründet, 324′ lang, 15′ breit. Sie hat nur einen und den weitesten gewölbten Bogen auf der Erde, nämlich 167′ weit, 64½′ hoch. Er besteht aus 2 besondern Bogen über einander, der erste aus einer vulcanischen Steinart, der zweite aus hartem Sandstein. Die Gewölbsteine sind 7″ 5‴ bis 9″ 3‴ dick und höchstens 2′ lang behauen. Sie führt über den Allier.

7) Die Brücke Notre-Dame in Paris, 380′ lang, 73′ breit, mit 6 Halbkreisbogen, meistens 53′ weit; die 12′ breiten Pfeiler haben dreieckige Vorhäupter.

8) Brücke bei Tournon über den Tour, mit einem einzigen, 147′ weiten, 61′ hohen Bogen.

9) Brücke von Toulouse über die Garonne. Die erste Brücke mit gedrücktem Bogen, 1534 angefangen, 790′ lang, 60′ breit, mit 7 Korbbogen, 106′ bis 42′ weit, Brückenaugen ꝛc.

10) Pont-neuf, neue Brücke in Paris, 876′ lang, 68′ breit.

11) Brücke von Claix über die Drac bei Grenoble, ein einziger Bogen, 140′ weit, 55′ hoch, 19′ breit.

12) Die Brücke von Orleans über die Loire, 1075′ lang, 46′ breit, mit 9 gedrückten Bogen von 100′ bis 92′ Weite, 6½′ bis 5½′ hohen Schlußsteinen, 18′ bis 17′ breiten Pfeilern, spitzbogigen Vorderhäuptern, halbkreisförmigen Hinterhäuptern.

13) Die Brücke von Tours über die Loire, 1755—1762 erbaut, 1380′ lang, 43½ breit, mit 14 Korbbogen zu 75′ weit, 15′ breiten Pfeilern mit Dreieckshäuptern.

14) Die Brücke von Saumur über die Loire, 1756—1764 erbaut, 980′ lang, 42′ breit, mit 12 Korbbogen, jeder aus 11 Mittel-

puncten beschrieben, 60′ weit, 20′ hoch; die Schlußsteine sind 4½′ hoch, die Pfeiler 12′ dick, mit spitzbogigen Vor- und Hinterhäuptern.

15) Brücke von Mantes über die Seine, 1757—1765 erbaut, 430′ lang, 33⅓′ breit, mit 3 Korbbogen, wovon der mittlere 120′, jeder zur Seite 108′ weit ist. Die Höhen derselben sind 35′ und 33½′. Sie haben 11 Mittelpuncte, 12′ breite Pfeiler mit spitzbogigen Vorhäuptern und halbkreisförigen Hinterhäuptern.

16) Die Brücke von Neuilly über die Seine bei Paris, von Perronet 1768—1774 erbaut, 816′ lang, 45′ breit, mit 5 Korbbogen, jeder 120′ weit, 30′ hoch, aus 11 Mittelpuncten beschrieben, mit 5′ hohem Schlußstein, 13′ breiten Pfeilern mit halbovalen Häuptern.

17) Brücke von Pont-Sainte-Maxence über die Oise, von Perronet 1774—1784 erbaut, 252′ lang, 89′ breit, mit 3 Bogen zu 72′ weit, 6′ hoch, 4′ 6″ Gurtdicke im Scheitel.

18) Die Concordienbrücke in Paris über die Seine, nach Perronets Planen 1787—1791 erbaut, 575′ lang, 48′ breit, mit 5 Bogen. Der mittelste ist 88′ weit, 10′ hoch, die 2 nächsten 80′ weit, 9′ hoch, die 2 äußersten 72′ weit, 6′ hoch. Die Schlußsteinhöhen sind in dieser Ordnung 3½′, 3¼′, 3′. Die Pfeiler sind 9′ breit, die Widerlager aber 48′ dick. Die Vor- und Hinterhäupter sind kurzstämmige Säulen, von 9′ Durchmesser und um ¼ des Durchmessers mit dem Pfeiler verwachsen. Die dorischen Capitäle tragen ein Gurtgesims mit Tragsteinen.

Achte Abtheilung.

Von den gemauerten und gewölbten Treppen.

§. 213.

Um bequem aus einem Raume in einen darüber oder darunter liegenden zu gelangen, bedient man sich der Treppen.

Gemauerte Treppen werden sowohl innerhalb als auch außerhalb der Gebäude angelegt. Innerhalb der Gebäude werden die gemauerten Treppen nur dann angelegt, wenn erstere möglichst feuerfest erbaut werden sollen; man trifft sie daher mehrentheils in Palästen, Magazinen, Zeughäusern, Gefängnissen und andern öffentlichen Gebäuden. Man unterscheidet daher äußere Treppen oder Freitreppen und innere Treppen.

Die Hauptbedingungen einer guten Treppe sind:

1) Daß sie sich bequem hinauf- und hinabsteigen lasse, also nicht zu steil sei und keine zu schmale und zu hohe Stufen habe.

2) Daß sie gehörige Festigkeit und Feuersicherheit habe, welche letztere Bedingung nur die massiven und gewölbten Treppen erfüllen; es sollten daher in vielstöckigen Häusern der Städte dieselben von Staatswegen besonders anbefohlen sein, um den bei Feuersbrünsten durch hölzerne Treppen herbeigeführten Unglücksfällen ein Ziel zu setzen.

Bei der Anlage einer Treppe hat man daher auf die Stockwerkshöhe Rücksicht zu nehmen, um bestimmen zu können, wie viel Stufen selbige bei einer gewissen Höhe und Breite erhalten muß. Bei großer Stockwerkshöhe ist für angemessene Ruheplätze Sorge zu tragen. Sodann ist auf die Höhe der Steigung, d. i. auf die Höhe der Stufen sowie auf deren Breite und auf die Breite der Treppe selbst Rücksicht zu nehmen.

Hinsichtlich der Bequemlichkeit einer Treppe ist die Lage derselben im Gebäude eine Hauptsache, worauf vor allem Rücksicht zu nehmen ist.

Häufig wird in dieser Beziehung sehr gefehlt und man findet sie daher oft zu eng, steil, finster und in jeder Hinsicht unbequem erbaut. In mehrstöckigen Häusern findet man die Treppen auch wohl so angelegt, daß sie der Zugluft ausgesetzt sind und dadurch die den Treppen zunächst liegenden Zimmer sehr erkälten und unerheizbar machen.

Gemeiniglich soll die Treppe sogleich bei dem Eintritt in das Haus in die Augen fallen und der Ort, der in das obere Stockwerk führt, nicht erst mühsam gesucht werden müssen; sie soll daher gleich im Vorhause angebracht werden, oder gleich neben demselben in einer geringen Entfernung, so zwar, daß wenigstens ein Theil, oder auch nur ein vorgelegter Tritt in die Augen fällt.

Eine Treppe muß auch gehöriges Licht haben, um sie ohne Gefahr besteigen zu können. Diese Beleuchtung soll auch überall gleich sein, indem es einen üblen Eindruck macht, wenn es auf der Treppe an einem Orte hell, am andern dunkel wäre.

Man theilt die Treppen in gerade aufgehende, in solche, welche gerade gebrochen sind (sich in einem Viereck herum bewegen), und in krumme gewundene (wie die sogenannten Wendeltreppen).

Die Größe der Treppe muß zu dem Gebäude, zu dem sie gehört, ein richtiges Verhältniß haben und mit ihm gut übereinstimmen. Die Höhe der ganzen Treppe ist der Höhe des Stockwerkes gleich, in welchem dieselbe liegt, die Weite derselben aber ist gleich dem senkrechten Abstande einer Wange von der andern, d. i. gleich dem Abstande der Seitenmauern, in welchen die Stufen liegen. Die Länge der Stufen muß nach dem Orte eingerechtet sein, wo sie liegt. Die Höhe der einzelnen Stufen oder die senkrechte Entfernung von einander heißt die **Steigung**. Die Breite, um welche je 2 Stufen wagerecht von einander abstehen, heißt der **Auftritt**. Eine Treppe mit niedrigen Stufen erfordert mehr Platz als eine mit höheren Stufen, weil bei jener eine größere Anzahl von Stufen nöthig ist; ebenso wird eine Treppe mit breiten Stufen mehr Raum einnehmen, als eine mit schmalen Stufen. Eine Treppe mit niedrigen und breiten Stufen kann demnach nur in einem großen Gebäude angebracht werden; in gewöhnlichen Gebäuden müssen die Treppen höhere und schmälere Stufen erhalten.

Die Breite einer jeden Stufe soll ihrer ganzen Länge nach gleich sein; dies kann aber nur bei geraden und gebrochenen Treppen geschehen; bei Wendeltreppen ist es nicht möglich, weil die Stufen gegen die Mitte zu

wo sie in einen runden oder viereckigen Stamm eingelassen sind, den man die Treppenspindel nennt, allezeit schmäler werden müssen. Die Breite der Stufen einer Wendeltreppe muß nach deren Mitte bestimmt werden und hier wenigstens 9 Zoll breit sein.

Da hohe Treppen, die in hohen Stockwerken liegen, durch das beständige Steigen sehr ermüden, so pflegt man einer solchen Treppe hin und wieder Ruheplätze, Podeste zu geben.

Um eine bequeme Treppe zu erhalten, hängt alles von dem Verhältniß der Steigung zum Auftritt und umgekehrt von einander ab. Es wird aber der Neigungswinkel der Treppe dadurch bestimmt, daß man sich über alle vordern Kanten der Stufen eine gerade Linie gezogen denkt, welche mit der wagerechten einen bestimmten Winkel macht. Hierbei darf der Winkel von $22\frac{1}{2}$ Grad nicht leicht überschritten werden, wenn die Treppe bequem bleiben soll; je steiler er wird, desto unbequemer wird die Treppe.

Ebenso giebt es ein größtes Maß für die Steigung, über welche hinaus die Treppe so gut wie unbrauchbar wird. Dieses größte Maß ist 9 Zoll für die Höhe der Steigung, sowie das geringste Maß 4—5 Zoll Steigungshöhe sein würde.

Es giebt verschiedene erprobte Verhältnisse für die Steigung.

Eine Treppe kann bequem gestiegen werden, wenn die Stufe 12 Zoll breit und 6 Zoll hoch ist. Man muß aber die Breite und Höhe dieser Stufen in unbedeutenden Gebäuden wegen Ersparung des Raumes niedriger machen und man kann daher in Privatgebäuden das Verhältniß 7 : 9 annehmen; in großen Hauptgebäuden aber soll das Verhältniß $5\frac{1}{2}$: 12 stattfinden.

Man kann hierüber folgende Regel aufstellen:

1) Man nimmt die Höhe einer Stufe in Zollen und die Ergänzung zu 24 Zoll, so giebt letztere Zahl den Auftritt. Z. B. man hätte 6 Zoll Stufenhöhe, doppelt = 12 die Ergänzung zu 24 = 12, also würde zu einer Steigung von 6 Zoll, ein Auftritt von 12 Zoll erforderlich sein.

Oder man hätte eine Höhe von 8 Zoll, doppelt = 16 Zoll die Ergänzung zu 24 = 8. Es würde demnach der Auftritt nur 8 Zoll breit werden. Man wird leicht sehen, daß bei diesem Verhältniß 8 Zoll Höhe schon eine unbequeme Treppe geben würde, da die Steigung dem Auftritte gleich wird.

2) Das Product von 6 × 12 = 72 Zoll wird durch die Stufenhöhe in Zollen dividirt.

Erbauungsjahr oder Zeit des Entwurfs.		Die Dicke der Pfeiler verhält sich zur Bogenöffnung wie 1:	Die Dicke der Widerlager verhält sich zur Bogenöffnung wie 1:	Länge der Pfeiler an den Anfängen der Gewölbe oder Bogen.		Höhe oder Länge des Schlußsteins.		Die Höhe des Schlußsteins verhält sich z. Weite d. Oeffnung des Bogens wie 1:	Höhe des Schlußsteins verhält sich zur Pfeilerdicke wie 1:	Die Anfänge der Bogen liegen über das niedrigste Wasser.	Gesammtbreite der Brücke.	Setzung der Gewölbe nach bewirkter Ausrüstung.
				F.	Z.	F.	Z.			F.	F.	Linien.
1773	Chi	7	2,8	×		3		19	2,7	0	×	×
1760—1764	Gué	4,5 5,4	3,7	×		4		14	2,5	0	×	×
1756	Pito	3,8	×	×		3	6	13	3,4	3	×	×
1775	Chi	5,9	2,6	×		6		11	2	×	×	×
1766—1772	Tar	4,0	×	46	4	4		16	4	×	×	×
1770—1790	Gar	4,3	3,3	28		2		26	6	×	×	×
1773	Vogl	4,5	4	×		3	6	15,4	3,4	×	×	×
1785	Mau	0	6	×		×		×	×	×	×	×
1805	Déll Cor	0	×	×		×		×	×	×	×	×
1747	Bay	5,3	×	×		2	6	24	7,2	×	×	×
1806	Proj pa	5	×	×		4	×	15	3	0	27	×
1785	Duc	6	2,5	×		4		16	2,8	18	×	×
1775	Aub	5	4,5	×		4		25	4,5	×	×	×
1770	Sag	4,4	×	×		4		23	5,2	5	24	×
1545	Aux T	0	×	0		2	6	58,8	0	×	15	×
1785	Gar	0	×	0		5		22	0	10	22	×
1812	Le	7,4	3,7	×		4		9	1,2	×	×	×
1760	Adv	5	×	×		4		15	3	8	×	×
1404		0	×	0		4		21		×	×	×
1764	Le	0	3	0		×		×	×	×	×	×
×	Gra	0	4,1	0		1	6	65,3		×	21	×
×		×	0	0		2	6	3,2		×	×	×
×	par	0	1,3	0		2	6	65,3	1	×	54	×
		7,2	3,6	×		2	6	23	3,2	$2\frac{1}{2}$	×	×
1787	Por	4,4	×	0		×	×	×		×	×	×
×		5	6,6	×		3	×	12,1	3,7	10	×	×
×	Wer	0	7	0		2	10	28,8		0	20	×
×	Pitr	0	$2\frac{3}{4}$	0		3	6	17,1		2	21	×
1810—1813	La	9,3	2,9	53		4	5	20	2,3	$18\frac{1}{2}$	$43\frac{2}{3}$	×
1787—1792	P r ex	9,8	1,6 1,8	61		3 à 4		22 24	2,2	18	48	×
1750—1760	Proj ex et	5,5	4,2	72	0	5 à 6	6 6	15,3	2,8	1	46	×
1756—1764	Proj p.	5	4	42		4	6	15	2,6	4	42	×

von den merkwürdigsten steinernen Brücken in Europa und den Verhältni[ssen]

	Dicke des Schlußsteins.		Dicke der übrigen Gewölbsteine.		Die Dicke der Pfeiler verhält sich zur Bogenöffnung wie 1:	Die Dicke der Widerlager verhält sich zur Bogenöffnung wie 1:	Länge der Pfeiler an den Anfängen der Gewölbe oder Bogen.		Höhe oder Länge des Schlußsteins.		Die Höhe des Schlußsteins verhält sich z. Weite d. Oeffnung des Bogens wie 1:	Höhe des Schlußsteins verhält sich zur Pfeilerdicke wie 1:	Die Anfänge der Bogen liegen über das niedrigste Wasser.	Gesammtbreite der Brücke.	Senkung der Gewölbe nach bewirkter Ausrüstung.
Z.	F.	Z.	F.	Z.			F.	Z.	F.	Z.			F.	F.	Linien.
	1	8	1	8	5	1,7	61		3		20	4	3	42	×
	×		×		9	3	×		6	0	×	2	5⅔	×	×
	2		1	6	0	3,6	0	—	5	0	30	—	×	39	×
	1		1	0	5	5	64		3		19	7,6	4	24	×
	1	4	1	2	4,8	3,4	79		3	6	13,3	2,8	4	33	×
					5,4				3	9	15,4				
	1	11	1	4	3	3	24		1 à ½	11	8	2,6	×	24	×
	×	×	×	×	5	4	×		4	6	15,9	3,3	27	30	×
	×	—	×	—	0	5	0		5		18		×	30	15
	1	10	1	18	10,67	4	51		4	6	16	2	8	39	×
	×		×		7	7	0		×		×		×	×	×
	×		×		0	×	0		3	6	40		×	×	×
	×		×		10	8,9	×		4		19,5	1,75	×	39	×
	×		×		9,9	—	×		5		18	1,8	×	39	×
	×		×		×	×	×		5		21,6	5,5	×	56	×
	×		×		0	1,9	0	—	1	10	×	—	×	×	×
	1	2	1	2	5,5 6	3,5	55		3 à 4	6	22 16	3,3	×	30	×
	×		×		3	×	×		×			×	×	×	×
	1	6	1	3	0	2,36	0		4		22,5	—	×	50	×
×	×	×	×	×	2,4	1,8	30		6		11,3	4,3		35	×
	×	9	0	8	0	3,8	0		4		42	0	0	15	×
	2		1	8,5	10,99	3,2	48	0	4		24	2	11	40	×
—	2	6	1	10	0	4	0	—	5	9	30	0		30	×
3	2		1	7	9,23	4	54	6	5		24	2,6	0	45	114
			1	6	3,7	×	33	0	4		12	3,2	3	10	

Es sei die gegebene Höhe = 6 Zoll, so würde der Auftritt $\frac{72}{6}$ = 12 Zoll sein.

Es sei die Höhe = 8 Zoll, so würde der Auftritt = $\frac{72}{8}$ = 9.

Es sei die Höhe = 9, so würde der Auftritt = $\frac{72}{9}$ = 8 Zoll.

3) Man addire zur Höhe in Zollen die Ergänzung zu 18 Zoll, so giebt dies den Auftritt.

Es sei 6 Zoll die Höhe 6 + 12 = 18, so ist 12 Zoll die Breite des Auftritts. Bei diesem Verhältniß würde es noch möglich sein, eine Steigung von 9 Zoll hoch machen zu können, obgleich es immer unbequem und nur in wenigen Fällen anwendbar sein wird.

Will man mehr als 9 Zoll Höhe zur Steigung nehmen, so wird die Treppe unsteigbar, weil sich die Stufen ganz unter einander schieben und man nicht herabsteigen könnte, wenn man auch allenfalls hinauf käme.

Ein Hauptübelstand unserer Treppenanlagen ist noch zu erwähnen, nämlich: daß bei zwei über einander liegenden Treppenarmen und Ruheplätzen, oder bei Führung der Treppen unter die Dächer häufig so wenig senkrechte Höhe gelassen wird, daß man sich stets bei ihrer Besteigung an den Kopf stößt. Es sollten deshalb nie weniger als 7 Fuß lichte Höhe in diesen Fällen verbleiben.

Hat eine Treppe viele Stufen, so muß wenigstens nach 17 Stufen oder Steigungen immer ein Ruheplatz (Podest) folgen. Auch steigen sich die Treppen am bequemsten, wo die verschiedenen Abtheilungen derselben eine ungerade Anzahl Steigungen, z. B. 11, 13, 17 haben.

Gewundene Stufen oder sogenannte gewundene Viertel dürfen bei viereckigen Treppenräumen nie oder nur im höchsten Nothfalle angeordnet werden.

Die Länge der Stufen oder die Breite der Treppen richtet sich nach der Wichtigkeit der Gebäude und man theilt daher die Treppen auch ein in Haupt- und Nebentreppen. In jedem Falle ist das geringste Maß der Breite einer Treppe 3 Fuß im Lichten der Tritte.

Die Trittstufen werden gewöhnlich, wenn sie aus einzelnen aufgelegten Platten bestehen, so angeordnet, daß sie an ihrer vorderen Seite mit ein paar Gliedern verziert sind und etwa 1½ bis 2 Zoll vorstehen. Es giebt

jedoch auch solche, wo die Stufe keinen solchen Vorsprung hat, sondern gerade aufgeht. In diesem Falle heißen die Stufen **Blockstufen**.

Wenn die Anzahl der Stufen bestimmt werden soll, so drückt man die Höhe des Stockwerkes in Zollen aus und dividirt diese Anzahl der Zolle durch die Anzahl der Zolle der Höhe der Stufen, wobei der Quotient die Anzahl der Stufen giebt.

Findet sich bei der Division ein kleiner Bruch, so ist dieser auf die Anzahl der Stufen zu vertheilen.

Z. B. Es sei die Höhe eines Stockwerkes 12 Fuß und die Höhe eines Trittes 6 Zoll, so wird die Anzahl der Stufen sein müssen 12 × 12 Zoll oder 144 Zoll, dividirt durch 6 Zoll oder

6 | 144 | 24
12
———
24
24
———
0

Man wird demnach 24 Tritte brauchen, wenn das Stockwerk von 12 Fuß erstiegen werden soll und die Steigung eines Trittes 6 Zoll beträgt.

Hat nun ein Tritt eine Auftrittbreite von einem Fuß, so wird in der Länge der Treppe ein Raum von 24 Fuß erfordert; sollte aber der Auftritt der Stufen nur 9 Zoll erhalten, so werden 9 × 24 Zoll oder 216 Zoll oder 18 Fuß erfordert.

Die massiven Treppen werden auf zweierlei Art gebaut: entweder wird jede einzelne Stufe aus einem einzigen Haustein angefertigt und vermöge ihres Fugenschnittes auf die nächst untere dergestalt gelagert, daß sie vollkommen darauf ruht und außerdem keiner weiteren Unterstützung bedarf; oder die Trittstufen der massiven Treppe ruhen auf Pfeilern und Bogen und außerdem noch auf zwischen den Gurten gespannten Gewölben, sogenannte gewölbte Treppen.

Fig. 277 bis 284 zeigen verschiedene Arten gewölbter Treppen. Fig. 277 ist eine gewöhnliche geradeauf gehende Treppe.

Zwischen einer Mauer a und einer Aufmauerung b befindet sich eine eingewölbte Kappe cc, deren Steigung durch die Linie dd angedeutet ist. Die Stufensteigungen werden von Mauersteinen auf die Kappenwölbung aufgemauert und darüber liegen die Trittstufen, entweder aus Steinplatten oder Holzbohlen bestehend. Beständen die Stufen nicht aus Steinplatten,

sondern aus sogenannten steinernen Blockstufen, welche 3 Zoll tief in der Mauer a und quer über die Mauer b lägen, so wäre gar kein Gewölbe darunter nöthig.

Steinerne Stufen liegen ihrer Last wegen so fest auf einander, oder auf der Untermauerung, daß sie keiner anderweitigen Befestigung mehr bedürfen. Hölzerne Trittstufen sind dagegen an sich zu leicht, als daß sie fest liegen könnten, daher müssen sie auf folgende Weise befestigt werden. Durch jede hölzerne Trittstufe werden 2 eiserne Bolzen in der Art gezogen, daß die Köpfe vertieft in die Stufe eingelassen werden, die Schraubenbolzen aber durch das unten befindliche Gewölbe reichen, damit man die Muttern nöthigen Falles wieder fester anziehen kann. Hölzerne Trittstufen pflegt man zwar auch mit sogenannten Stichankern im Mauerwerke zu befestigen, welches aber nicht so gut ist als mit Bolzen, da die Stichanker sich leicht herausziehen.

Die Trittstufen von eichenen Bohlen ($1^1/_2$ Zoll stark) sind besser als Steinplatten und Steinblockstufen. Sie sind immer trocken und sicher zu betreten, was bei den steinernen nicht der Fall ist.

Hinsichtlich der Feuersgefahr ist bei hölzernen Trittstufen in gewölbten Treppen nichts zu befürchten, denn da die hölzernen Tritte unter sich keinen unmittelbaren Zusammenhang haben, so können sie auch nie besonders Feuer fangen, und wenn auch wirklich zufällig eine oder die andere Trittstufe anbrennen sollte, so kann sich das Feuer nicht fortpflanzen, oder wenigstens nur sehr langsam. Auch würde eine solche gewölbte Treppe, selbst wenn eine oder die andere Trittstufe brennte, noch ohne Gefahr des Einsturzes betreten werden können, was bekanntlich bei ganz hölzernen Treppen nicht der Fall ist.

Steinerne Blockstufen lassen sich, wenn sie ausgelaufen sind, schlecht ausbessern; man kann dann nur einzelne Stücke einsetzen, welches mißlich ist und schlecht aussieht. Man verwendet daher lieber steinerne Platten als Trittstufen und legt, wenn eine davon unbrauchbar geworden ist, eine neue ein.

Fig. 278 zeigt den Grundriß und Längendurchschnitt einer gewölbten Treppe auf Pfeilern und Bogen. aa sind die massiven Mauern, welche die Treppe umgeben, bb die Pfeiler, welche das Ganze tragen, cc die Kappengewölbe, welche die Steigung bilden, ee die Gurtbogen und dd die Ruheplätze oder Podeste.

Rücksichtlich der Stärke der Widerlager kann man im allgemeinen annehmen, daß Mauern und Pfeiler mindestens den vierten Theil der lichten Gewölbbreite stark sein müssen. Wäre nun ein Gewölbe 8 Fuß breit, so müßten die Mauern und Pfeiler mindestens 2 Fuß stark gemacht werden. In vorliegender Zeichnung sind für die Trittstufen steigende Stichkappen angenommen, weil die Breite der Stufen nicht bedeutend ist und diese Wölbungsart sich am bequemsten anordnen läßt. Uebersteigt jedoch die lichte Weite des Gewölbes 5 Fuß, so ist es besser, steigende Kreuzkappen oder böhmische Kappen zur Ueberwölbnug der Treppenarme zu wählen, aus folgendem Grunde: Die steigende Stichkappe schiebt nach ihrer ganzen Länge gegen die Widerlager, die demnach auf jedem Puncte der Länge gleich stark sein müssen, wodurch stärkere Gurtbogen erforderlich werden; ebenso schiebt die flache Stichkappe mehr als jedes andere Gewölbe, weshalb auch die Widerlager stärker sein müssen.

Die steigende Kreuzkappe und die böhmische Kappe schieben nur nach den vier Eckwinkeln, bei ihnen brauchen also nur die Pfeiler stark genug angelegt zu werden, die Gurten dagegen, an welche sich die Gewölbe nur anlehnen, ohne zu schieben, können schwach sein. Die Ruheplätze dd sind mit böhmischen Kappen gewölbt, da sie in die quadratischen Räume der Treppen besser passen als gewöhnliche Stichkappen.

Fig. 279 zeigt den Grundriß und Längendurchschnitt einer etwas größern Treppe mit denselben Bezeichnungen, wie vorhin. Zwei der Ruheplätze sind mit Kuppeln im viereckigen Raume, einer mit einer böhmischen Kappe und einer mit einer Kreuzkappe eingewölbt, um die drei Formen von Gewölben zu zeigen, welche sich hierzu am besten eignen. Fig. 280 zeigt den Grundriß, Fig. 281 den Querdurchschnitt und Fig. 282 den Ueberecksdurchschnitt einer großen massiven Treppe. Die Treppenarme sind mit Stichkappen, die Ruheplätze mit steigenden Kreuzkappen versehen.

Wendeltreppen kommen zwar gegenwärtig nur selten vor, verdienen aber, da sie sehr leicht im Mauerwerke hergestellt werden können, einiger Erwähnung.

Fig. 283 zeigt den Grundriß und 284 den Durchschnitt einer kreisrunden Wendeltreppe. Die Gewölbe bewegen sich spiralförmig um die in der Mitte befindliche Spindel. Diese Spindel hat etwa 6 bis 8 Zoll Durchmesser und wird aus Formsteinen aufgemauert, welche mit dem Gewölbe verbunden werden. Beträgt der lichte Durchmesser einer solchen

Wendeltreppe weniger als 7 Fuß, so ist sie zu eng und unbequem. Die Eintheilung der Stufen muß so getroffen werden, daß ihre Breite auf dem in Fig. 283 in der Mitte gezeichneten Kreise geschieht, weil sie sonst zu schmal werden.

Der größte Vortheil der Wendeltreppen besteht darin, daß sie wenig Raum einnehmen; für häusliche Bedürfnisse sind sie aber nicht bequem, am wenigsten taugen sie zum Transport von Meubeln; sie sind daher nur dann zu verwenden, wenn eine schnelle Communication erzielt werden soll.

Gemauerte Treppen innerhalb der Gebäude finden hauptsächlich ihre Anwendung bei den Kellern und Souterrains, in die sie führen. In diesem Falle sind die Treppen mehrentheils gerade, indem sie zwischen zwei Mauern ruhen und mit Gewölben überwölbt sind, die man Kellerhälse nennt. Diese Treppen ruhen gewöhnlich auf dem schief abgehobenen Erdreich, oder sie stehen wieder auf Gewölben und sind dann, wie die Fig. 285 zeigt, construirt.

Bei der Ausführung wird erst die Schildkappe abcd des Kellergewölbes N in den Bogen az eingelegt und ebenso werden die beiden Seitenmauern nebst dem Bogen mn hergestellt. Dann wird ein Kappengewölbe vq zwischen die beiden Mauern ghik siehe A eingelegt, auf welches die Treppe zu liegen kommt, und mit der Schildkappe v′q′q″v″ parallel, mithin in eben der schrägen Richtung wie die Schildkappe eingemauert. Zu diesem Behufe werden die Widerlager des Gewölbes vq erst dann eingespitzt, wenn die beiden Seitenmauern schon aufgeführt sind. Ist das Widerlager hergestellt, so wird dieses Kappengewölbe eingeschalt oder durch geübte Maurer auf den Schwalbenschwanz aus freier Hand hergestellt. Sobald dieses Gewölbe hergestellt ist, muß es, bevor die Trttte darauf gelegt werden, wohl ausgeglichen und die Anken desselben gut ausgemauert werden, dann erst sollen die Tritte so in Rollschichten angelegt werden, daß die Steine keilförmig gegen einander liegen und zwischen ihrer Haltungsmauer als scheitrechte Bogen zu betrachten sind, die sich beinahe selbst tragen und daher das schräg darunter liegende Gewölbe nicht sehr belasten.

Kommt der Fall vor, daß eine solche Treppe, wie in B, nicht ganz zwischen die Backenmauern des Kellerhalses eingelegt werden kann, sondern z. B. von a bis u noch in den Keller hineingeht, so muß das Gewölbe vq entweder bis v fortgehen, oder es muß der Raum arvw ganz massiv aufgemauert werden; geht aber das Gewölbe fort, wie in gegenwärtigem

Falle, so muß demselben ein gehörig starkes Widerlager gegeben und daher die Backenmauer des Kellerhalses so weit fortgeführt werden, als die Stiege reicht, die dann, wie bei au ersichtlich ist, mit einer Rollschicht überlegt werden muß.

Das Gewölbe über der Treppe, also das Gewölbe des Kellerhalses, schließt sich an den Bogen v″q″ik der Kellerthüre an, der entweder in einer Scheidemauer oder auch in einer Umfassungsmauer des Gebäudes liegen kann und daher, da er den Druck des darauf liegenden Mauerwerkes zu tragen hat, wenigstens einen Stein stark werden muß.

Da die Kellerhälse gewöhnlich noch in die darüber liegenden Gemächer reichen, so wird man dadurch oft gehindert, die Balken gehörig legen zu können. Um nun dem Kellerhalse nicht eine ungleich drückende Last aufzulegen, wechselt man die Balken, die auf diesen stoßen, wie bei w ersichtlich ist. Den übrigen hervorragenden Kellerhals aber sucht man auf irgend eine schickliche Art zu verstecken.

§. 214.

Die in den oberen Theilen der Gebäude vorkommenden gemauerten Treppen müssen feuersicher erbaut werden. Sie müssen daher in allen Theilen gewölbt werden, und bei solchen Treppen bestehen die Stufen entweder aus Rollschichten, oder die gemauerten Tritte werden mit steinernen Platten belegt.

Bestehen die Stufen einer Treppe aus Rollschichten, so kann solche leicht auf eben die Art, wie die im vorigen Paragraph angegebene Kellerstiege, hergestellt werden.

Nur ist hierbei zu bemerken, daß das Kappengewölbe, worauf der Tritt zu liegen kam, gewöhnlich steiler werde, da die Stockwerkhöhen immer größer sind, als die Tiefen des Souterrains. Ferner hat man darauf zu sehen, daß der Raum unter der Stiege gewonnen werde, weshalb der Bogen mrn unter der Stiege Fig. 285 B höher zu sprengen ist und in seiner mittleren Höhe im geringsten Falle 5 Fuß betragen muß.

Da aber in Gebäuden nur selten Treppen in gerader Richtung angebracht werden können, sondern der erforderlichen Anzahl der Tritte wegen größtentheils gebrochen werden müssen, so ist auch nöthig zu zeigen, auf welche Art eine gebrochene Treppe massiv oder gemauert anzulegen sei. Hierher gehört Fig. 286 A und B.

Diese Treppe gehört schon zu den zierlicheren, besonders wenn die Stufen, wie in dem Durchschnitte, der durch die Linie xb des Grundrisses A genommen ist, vorgestellt wurde, mit steinernen Platten aus wildem Marmor, wie solche in Selenhofen gefunden werden, belegt sind.

Bei mn und d sind zwei Podeste, welche auf Gewölben ruhen; es ist nämlich von der Mittelmauer xz gegen die Frontmauer y ein Bogen xy gesprengt, der den kleinen Kappengewölben mn, m'n' als Widerlager dient. Ein solches Widerlager ist in B durch nv bemerklich gemacht. An die Mittelmauer xz, sowie gegen die Einschließungsmauern qr und st legen sich wieder zwei starke Bogen ghik in B an, gegen welche die Kappengewölbe az und av anliegen, auf welchen die Tritte f, f, f u. s. w. gemauert werden. Die Mittelmauer xz oder V in B kann ganz massiv gemauert werden, oder mit Bogen durchbrochen sein.

In Fig. 287 ist eine Art von Treppen mit einfacher Wendung dargestellt; sie hat jedoch keine Podeste, sondern es sind statt derselben 6 Tritte eingelegt, die an der Spindel liegen. Unter diesen 6 Tritten wird ein steigendes Gewölbe gesprengt, welches seine Widerlager in der Spindel und in der ausgerundeten Mauer findet; im übrigen ist die Construction dieser Treppe mit der vorigen einerlei, doch ist in dem Grundrisse angegeben, daß der Raum x mit einem steigenden Bogen überwölbt werden solle, der dem Kappengewölbe, auf das die Tritte gemauert werden, als Widerlager dient.

In Fig. 288 A und B ist eine doppelt gebrochene Treppe mit zwei Podesten dargestellt, in A im Grundrisse und in B im Aufrisse.

Von den 4 Pfeilern a, b, e, f werden zuerst die Bogen ab, cd und ef einen Stein stark gesprengt und zwar in derjenigen Höhe, die sich durch die Zahl der Tritte ergiebt, nachdem die Stärke des Gewölbes und die Tritthöhe von der Höhe, welche die Anzahl der Tritte erreicht, abgezogen wird. Der mittlere Bogen cd wird nach der Lage der Treppe steigend gemauert und erhält daher in den Pfeilern c und d in A ungleiche Widerlager, wie sich aus B ergiebt. Die Bogen ab und ef können jedoch in diesem Falle in vollem Zirkel hergestellt werden.

Nächstdem werden auch in den erforderlichen Höhen diejenigen Seitenbogen gesprengt, auf welche die dadurch entstehenden viereckigen Zwischenräume r, s, t, u, v mit steigenden, $^1/_2$ Stein starken Kreuzgewölben versehen werden.

Die Bogenlinie, welche auch den Bogen des Widerlagers des Kreuzgewölbes bildet, ist in **B** mit wx bezeichnet und bei y erreicht das Kreuzgewölbe seine Höhe. Auf eben diese Art bilden die übrigen Bogen die Haltungspuncte der andern Kreuzgewölbe, und es ist z. B. im Aufrisse der Schild u und v im Grundriß mit gleichen Buchstaben bezeichnet.

§. 215.

Die vor Gebäuden mit hohen Sockeln befindlichen **Freitreppen** sollen, da sie der steten Witterung ausgesetzt sind, jederzeit massiv angelegt und von den besten Materialien erbaut werden. Man wählt daher gewöhnlich Werkstücken zu denselben; bei unbedeutenden Gebäuden werden sie jedoch auch aus gut gebrannten Backsteinen und unter Anwendung guten Mörtels aufgeführt. In den meisten Ziegeleien findet man hierzu besonders geformte Steine von 17 bis 18 Zoll Länge, welche vorzüglich gut gebrannt sind und **Kellerfliegensteine** genannt werden.

Bestehen die Freitreppen nur aus wenigen Stufen, so werden sie nicht unterwölbt, sondern erhalten nur ein etwa $1^1/_2$ Fuß tiefes Fundament und die nöthige Aufmauerung zum Auflegen der Stufen. Die bequemsten und schönsten Freitreppen sind diejenigen, welche gerade aufgehend zwischen zwei gemauerten Wangen liegen und sich an einen unmittelbar vor der Hausthür befindlichen Ruheplatz anschließen. Werden solche Freitreppen hoch herausgebaut, so erhalten sie Unterwölbungen und Eingänge zu den Kellern ꝛc. Dergleichen Freitreppen werden gewöhnlich mit steinernen Blockstufen und die Ruheplätze derselben mit in Cement gelegten Steinfliesen belegt, damit keine Nässe eindringen kann.

Die Construction der Freitreppen ist sehr verschieden; folgende sind zu empfehlen: Fig. 289 **A** ist eine runde Treppe mit 3 Stufen s, s, s im Grundrisse dargestellt. **B** zeigt deren Aufriß und C deren Durchschnitt nach dem Halbmesser ihrer Mitte.

Zu solchen Treppen verwendet man gewöhnlich 17 bis 18 Zoll lange, 6 bis 7 Zoll hohe Steine, die die in C bei s dargestellte Form haben.

Jede Stufe bildet eine Rollschicht, die, wie aus dem Grundriß deutlich erkennbar ist, sich an die Mauer anschließt. Da nun der Auftritt nur 12 Zoll breit wird, so wird jede untere Schicht von der obern nur 5 bis 6 Zoll überdeckt. Der hintere Raum hinter der Rollschicht wird, wie in C bei m zu ersehen ist, mit liegenden Steinen ausgemanert, auch wohl

mit Brockenmauer ausgeschlagen und vergossen, jedesmal aber vor dem Aufsetzen der zweiten Stufe wohl ausgeglichen und abgeebnet.

Muß eine solche Treppe in der letzten Schicht s oder dem Austritte so breit werden, daß die Rollschicht denselben nicht gänzlich ausfüllt, so kann der hintere Raum ebenfalls mit liegenden Steinen ausgeebnet werden; doch ist es bei dieser Art Treppen besser, den Auftritt ganz von auf die hohe Kante gestellten Steinen, wie es im vorliegenden Falle angedeutet ist, zu mauern.

Alle Steine werden keilförmig gehauen und auf Sandsteinen abgerieben, damit der Fugenschnitt rein und gehörig hergestellt werde.

Da diese Treppen der Witterung ausgesetzt sind und daher in den Fugen von den Regengüssen ausgewaschen werden, so nehme man unter den Mörtel, mit dem sie gemauert werden, Blut und begieße dann die Tritte mit Alaunwasser. Das Alaunwasser hat die Eigenschaft, daß es den Kalk, welcher sich schon in den Fugen befindet, dieses aber dennoch gern verschluckt, schon in seiner Lage zu Gyps verwandelt und sich gleichsam im ersten Augenblicke des Begießens mit diesem Wasser versteinert, wodurch eine gänzliche Festigkeit des Baumaterials hervorgebracht wird und auch das Verwachsen der Treppenstufen mit Gras verhindert.

Eine zweite Art dauerhafter Freitreppen, die gewöhnlich bei geringen Gebäuden angewendet wird, ist Fig. 290 A, B, C dargestellt.

A bezeichnet den Grundriß zweier Stufen, welche vor einer Hausthür liegen können. Die Haltungspuncte der Rollschichten sind hier etwa 12 bis 14 Zoll im Querschnitt haltende harte Natursteine a und c, die etwa 1 Fuß tief in die Erde eingegraben werden, daher eine solche Lage haben, daß sie als Wangen der Treppe dienen können.

Der erste Tritt wird so gelegt, daß er sowohl auf der Seite sa, als auch auf den Seiten ba und a′b′ um 12 Zoll über den oberen Tritt cc′ hervorsteht, wodurch er die Stufe bildet. Bei der ersten Stufe bilden daher die Mauern bei b und b′ und die Steine a, a′ die Haltungspuncte der Rollschichten s, s, die ebenso, wie im ersten Falle und in C bei m zu ersehen ist, mit liegenden Steinen hintermauert werden, während schon die Quaderstücke cc′ in die Erde eingegraben sind. Ist die Hintermauerung vollendet und nach der Bleiwage gehörig ausgeglichen, so wird auch die Rollschicht s′s′ angesetzt und gut vermauert.

In C bei ss′ ist die Lage der Rollschichten im Durchschnitt verdeutlicht und in B zu ersehen, wie sich die Stufen im Aufrisse machen.

Bei etwas besseren Gebäuden, namentlich wenn man im Raume beschränkt ist, wendet man gewöhnlich die Construction an, die in Fig. 291 A, B, C vorgestellt ist.

Man bestimmt hier die Breite der Treppe A nach der Hausthür und setzt zu beiden Seiten Pfeiler aa, die aus Quaderstücken bestehen, aber auch aus Backsteinen gemauert sein können und etwa 12 bis 15 Zoll stark sind; zwischen diese Pfeiler werden die Tritte s, s, s ebenfalls durch Rollschichten eingelegt, wie vorhin; die Pfeiler aber mit Deckplatten aa′ in A, B, C versehen, damit sie nicht durch Regengüsse ausgeschwemmt und auch durch Zufälligkeiten abgestoßen werden können; daher erhalten auch die Deckplatten eine Abdachung, wie die Figuren zeigen; die Pfeiler aa in B und C werden gewöhnlich, wenn sie aus Backsteinen hergestellt werden, mit der Mauer und mit der Hintermauerung m in C verbunden und mit gutem Cemente verputzt.

Fig. 292 A und B stellt eine Freitreppe vor, die zu beiden Seiten ss′ angetreten werden kann und sich für freistehende Gebäude eignet. Als Haltungspunct der Stufen dient außer der Mauer des Gebäudes, an der die Treppe liegt, noch die Brüstungsmauer abc, A und B, die ebenfalls aus Quadern oder wie hier aus Backsteinen gemauert sein kann, im letztern Falle aber immer mit Deckelsteinen abc versehen werden muß; zwischen dieser Brüstungsmauer, die etwa 3½′ bis 4′ von dem Gebäude absteht, werden die Tritte mit Rollschichten gemauert und jedesmal gut ausgeglichen, damit die darauf folgende Rollschicht ein gehöriges Auflager erhält. In der Mitte dieser Treppe befindet sich der Ruheplatz muop, der auf beiden Seiten um und op mit Rollschichten geschlossen sein muß, in der Mitte aber, wie im Grundrisse zu ersehen ist, mit Fließen belegt sein kann.

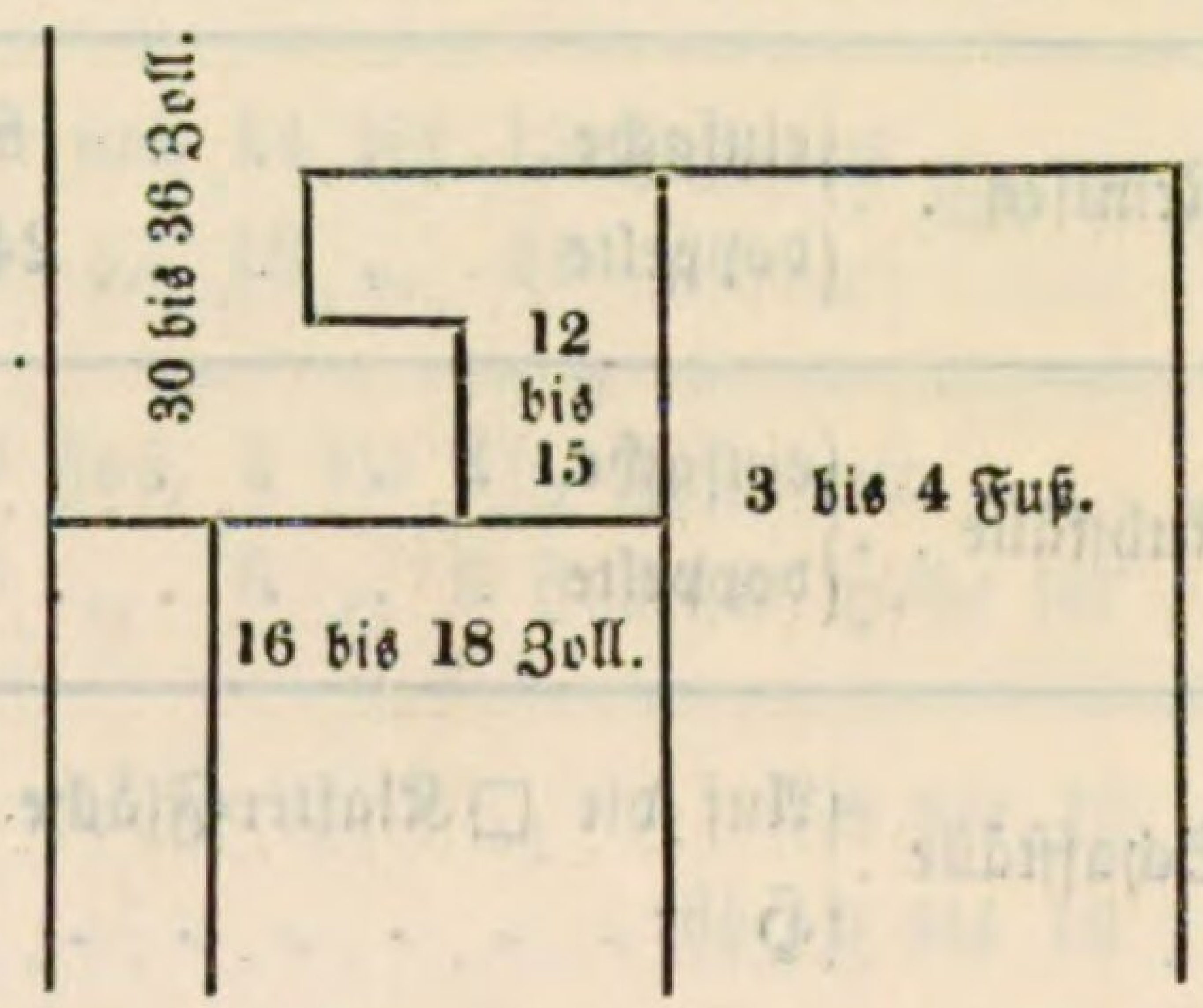
Die Erhöhung der Brüstungsmauer bei b in B dient dazu, daß man beim Austritt aus der Thür sich nicht versehe und über die Treppe hinabstürze.

Oft ist es der Fall, daß man bei Oekonomiegebäuden, in welchen die Stallungen, wegen der Lage des Gebäudes, z. B. wenn sie an Anhöhen errichtet werden müssen, in Souterrains angebracht sind, sehr hochführende Freitreppen anbringen muß. Da dergleichen Freitreppen wegen des unschicklichen Aussehens nicht gerade gegen das Gebäude, sowie auch nicht nach der ganzen Länge, die sie erfordern, an die Front gestellt werden können, so werden dieselben mit Podesten erbaut, wie

Oberfläche der	Vestibulen (Fluren)	. . . . .	7 bis 9 Fuß,		Die Keller-Gewölbe sind 1 bis 20 Zoll stark und 4 bis 6 Zoll dick.
	Vorzimmer . . .	ſchoſſe . .	10 „ 15 „		
	Säle	hengeſchoſſe .	7 „ 8 „		
	größern Säle . .	oder Bel-Etage	10 „ 15 „		
	Zimmer . . .	ter . . .	9 „ 12 „		Die Böden 12 bis 16 Zoll mit Inbegriff des Belegs.
	Kabinette . . .	er	8 „ 10 „		
	Treppenräume . .	er	7 „ 8 „		

Treppen	große . . .		
	mittlere . .	10 Zoll.	Höhe des Geländers 33 bis 39 Zoll.
Länge der Stufen.	kleine . . .	Zoll.	
	Verbindungstrep		

Stärke der Mauern von Miethhäusern.	In dem Fundamunnen . .
	im Keller-Flur
	im Erdgeſchoß
	in dem Bel-Eta
	und höher . .



Thore . . .	Einfahrten . . .	
	große Hausthüre .	er Gemächer 7, 8, 9, 10, 12, 15 Fuß.
	von Zimmern . . .	zwnzleiste, der Lamperien und Vertäfelungen 18, 30, 32, 33, 36 bis 39 Zoll.
		ein

Fensterrahmen.	kleine	er, welche der Dachſchmiege nach liegen.
	mittlere	Höhe 30, 36, 42 Zoll.
	große	Breite 24, 27, 30 Zoll.

...ung der Gebäude.

...tten.	Tiefe der Wangen.	Bemerkung. Eben so viel Kubikfuße zwischen den Wangen als Kubikklafter (Toisen) in dem Gemach sind, und für das Rohe der Dritttheil der Oberfläche des Feuerherds.
...Fuß.	27 bis 30 Zoll.	Die Röhren von 27 bis 36 Zoll Länge auf 9 bis 10 Zoll Breite.

...n {10 auf 15 Höhe, 12 „ 20 „ 15 „ 30 „ — Kochöfen 28 bis 30 Zoll Höhe und eben so viel Breite.

...n mit dem Wagen umdrehen zu können.

. 3 Fuß 6 Zoll,
...l . 4 „
. 5 bis 6 Fuß.

Die Thüren sind 4 bis 5 Fuß breit auf 8 Fuß Höhe.

Bemerkung. Die Latierständer werden von der Raufe 9 Fuß entfernt gestellt.

...Ris 10 Fuß hoch. — Karren von 9 bis 10 Fuß Zwischenweite auf 24 Fuß Tiefe und 9 bis 12 Fuß Höhe.

...K ...kühe. — Die Thüren von 3 bis 4 Fuß Weite und 6 bis 7 Fuß Höhe.

...Schafe.
...Fuß. — Schweineställe von 6 bis 7 Fuß Geviert.

...Fuß auf 9 bis 12 Fuß Höhe sind hinreichend für 200 Stück.

...chnen.

...S...

... giebt 150 bis 200 Gebund.

... 20 bis 24, und 40 bis 45 Fuß breit; für eine Apfelpresse 30 bis 36 Fuß.

...lativ in Bezug auf ihre Bestimmung und eine unendliche Anzahl von Umständen; man hat nur
...be...

solche etwa die Fig. 293 in A, B und C darstellt, deren Construction durch die Figuren selbst deutlich wird. A zeigt nämlich den Grundriß derselben und in B ist im Aufrisse zu ersehen, wie die Treppen auf ein Gewölbe gestellt werden; dieses Gewölbe findet sein Widerlager in den beiden Podesten und muß wegen der zufälligen Belastung immer einen Stein stark gemacht werden. Die untere Höhlung, die durch dieses Gewölbe entsteht, dient bei den Oekonomen zu verschiedenem Zwecke. Die Podeste a und b in A können, sowie die Wangen b in C, welche Figur die Seitenansicht darstellt, massiv dargestellt werden, oder sie können auf steigenden Bogen ruhen.

Fig. 294 stellt eine Treppe im Durchschnitt dar, die gerade gegen die Front eines Gebäudes geht, um zu zeigen, wie die Tritte s, s, s . . auf das steigende Gewölbe aufgesetzt und in die Wangen xzu eingespannt werden sollen.

Neunte Abtheilung.

Von der Anlage der Feuerungen.

§. 216.

Zu den wichtigsten Gegenständen eines Gebäudes gehören die Feuerungen, deren Anlage unstreitig die meiste Ueberlegung erfordert. Die Feuerungen sind gewöhnlich Ofen-, Herd-, Kesselfeuerungen 2c. Der Gegenstand unserer Betrachtung ist daher alles, was zur Feuersicherheit, Ableitung des Rauches und zur innern Bequemlichkeit gehört. Wir handeln demnach

1) von den Küchen,
2) von den Kaminen,
3) von den Schlötten.

1) Küchen. Dieses sind Räume, worin die Speisen durch Kochen und Braten zubereitet werden, wohl auch dazu dienen, von ihnen aus eine oder mehrere Stuben, auch wohl Backöfen zu heizen.

Rücksichtlich der Feuersicherheit sollen die Fußböden nicht gedielt, sondern mit Steinen belegt oder geestert werden. Da aber gewöhnliche Pflasterungen zu uneben sind und das verschüttete Wasser aufnehmen, so belegt man diese Fußböden

a) mit Sandsteinplatten oder andern ebenen Steinplatten. In Erdgeschossen können sie in Sand, in oberen Stockwerken aber in Speise gelegt werden, damit verschüttetes Wasser nicht durch die Fugen dringen kann;

b) mit Backsteinen, welche mit möglichst dünnen Fugen in Kalk und am besten, wenigstens zunächst um die Herde und andere Feuerungen, auf die hohe Kante gestellt werden. Andere legen zwei Decklagen so auf einander, daß sich die Fugen einander decken.

Von den Estrichen in Erdgeschossen wird weiter unten die Rede sein. Gewöhnliche Lehm- oder Gypsstriche dauern wenigstens da nicht, wo viel Wasser verschüttet wird.

Diese Pflasterungen müssen sehr eben und für das Ablaufen des Wassers nach einer schicklichen Seite etwas abhängig sein. Längs der tiefsten Seite kann ein flacher Canal angelegt und in die Sandsteinplatten eingehauen und gut gekittet werden.

In den Erdgeschossen kommt der Belag auf Sand oder besser auf Lehm zu liegen; in den obern Geschossen aber, wenn darunter keine Gewölbe stehen, auf das Gebälke, das für die Last hinlänglich stark sein muß. Auf die Balken kommt dann häufig ein dünner Lehmstrich, dem man auch einen dünnen rauhen Bretterbelag unterlegen kann, worauf dann eine einfache Decklage von Backsteinen folgt. Am besten ist es, wenn man die Balken ganz mit Strohlehm umwickelt und sie so dicht an einander legt. Jedenfalls müssen auch die Backsteine gut gebrannt sein. Diese Pflasterungen sind aber in obern Geschossen zu verwerfen

einmal, weil sie zu sehr lasten;

sodann, weil das Gesinde leichtsinniger Weise Wasser darauf verschütten kann; und

endlich, weil es auch leicht verleitet werden könnte, darauf zu schlagen, zu pochen oder wohl gar Feuer zu schüren, wodurch für das unterliegende Holz um so mehr Gefahr entsteht.

2) Die Vierungen der Küchen sollen durchaus massiv sein. Mauerungen mit getrockneten Lehmsteinen sind hierbei vorzüglich an ihrem Orte und daher hierbei sehr zu empfehlen.

3) Die Decken sollten gewölbt werden. Wenigstens sollten in den Erdgeschossen die Kosten auf keine Weise geschont werden.

Die vorstehenden Forderungen werden aber nur selten ganz erfüllt. Man ist schon zufrieden, wenn nur die nächsten Räume um die Herde und übrigen Feuerungen geplattet werden, wenn nur die Rückmauer, gegen welche die Herde stehen, wie auch die Mauern, worin die Ofenlöcher liegen, auf eine gewisse Länge rechts und links an diesen Ofenlöchern durchaus massiv aufgeführt sind und endlich, wenn nur über den Herden und Ofenlöchern ein gewölbter Rauchfang angebracht ist; aber auch nicht einmal diese unerläßlichen Forderungen findet man überall befriedigt, ja es ist unbegreiflich, wie leichtsinnig man diese Anlagen oftmals behandelt sieht.

Die vorzüglichsten Anlagen in einer Küche, welche in der Regel gegen Mitternacht angelegt werden soll, sind:

1) Der Herd. Dieser steht gewöhnlich mit der längern oder kürzern Seite an einer Brandmauer an. In größern Küchen stellt man auch den Herd der größern Bequemlichkeit wegen ganz frei, so daß man ringsum an denselben kommen kann. Den Herd soll man so stellen, daß weder die Sonne darauf scheint, welche den Rauch niederdrückt, noch daß der Windzug darüber streichen und den Rauch hinwegführen kann, und daß man auf demselben das Koch- und Bratgeschäft mit aller Bequemlichkeit verrichten kann.

Ein Herd ist in der Regel 3′ hoch, 3′ bis 3$^1/_2$′ breit und nach Erfordern 4′ bis 5′ lang. Die Höhe muß möglichst groß sein, sowie die Höhe des Schlotmantelholzes über dem Fußboden die kleinstmögliche sein muß, wenn der Rauch vom Herdfeuer durchaus keine Veranlassung haben soll, überzuschlagen und sich in der Küche zu verbreiten. Deshalb darf kein Luftzug über den Herd hinstreichen. Läßt es die Weite des Schlotmantels oder sonstigen Küchengewölbes zu, so kann man vor den Herd einen Tritt legen, um ihn desto höher mauern zu können.

In den obern Stockwerken werden die Heerde unterwölbt, um das Gebälke möglichst zu entlasten. Bei Herden mit Kasserol-Löchern ist man mit dieser Wölbung oft gehindert. Diese Herdgewölbe benutzt man entweder als Holzraum, oder als Aschengewölbe. In letzterem Falle werden sie in der Stirn bis auf ein Thürchen mit einer schwachen Mauer von Platten oder gestellten Backsteinen geschlossen.

Die Thüröffnung erhält zum Verschluß ein eisernes Thürchen oder einen einpassenden Stein. Von der Oberfläche des Herdes aber geht eine Oeffnung herunter ins Gewölbe, zum Einlassen der Asche. Diese Oeffnung wird mit einem einpassenden Steine bedeckt gehalten.

Hat man Sandsteine, so wird der obere Theil des Herdes mit Sandsteinstücken eingefaßt. An den Ecken und an den Stößen wird diese Umkränzung mit Steinklammern befestigt. Der Raum zwischen diesem Kranze wird mit Backsteinen auf den hohen Weg gestellt, ausgepflastert, oder mit Sandsteinplatten belegt. In den oberen Stockwerken müssen die Herde, wenn man die Balken nicht mit Lehmstroh umwickelt, dicht an einander legt, auf eine Bretterung zu stehen kommen, die quer über die Balken liegt und darauf eingeschnitten ist. Für das Pflaster der Herd-

gewölbe muß aber die Bretterung einen Lehm-Estrich erhalten, worauf jenes gelegt wird. Auch dürfen die Bretter am Fuße nicht vorstehen.

Wendet man Eisenplatten zu Herden an, so werden sie nur auf schwache Seiten- und Mittelmauern gestellt, so der ganze übrige Raum darunter hohl erscheint.

Die Herde, sowie alle Feuerstellen überhaupt, sollte man immer mit Lehm mauern. Diese Regel wird aber an vielen Orten nicht befolgt.

Gewöhnlich sind die offenen Herde viel zu groß und werden sehr oft gleichzeitig als Tisch benutzt. Am besten werden die Feuerherde, wie Fig. 295 zeigt, in eine Ecke verlegt und wo möglich darauf gesehen, daß man das Licht von der linken Seite darauf erhält, wenn man vor dem Herde steht. Demnach würden in Fig. 295 die Fenster besser in der Wand bei A liegen.

Der Rauchmantel (Rauchfang, Schlotmantelt) dient nun, den vom Küchenheerde aufsteigenden Rauch aufzufangen und dem darüberliegenden Schornsteinrohre zuzuführen. Aus dieser Hauptbedingung ergeben sich die Nebenbedingungen für die Einrichtung eines Rauchmantels.

Ein Rauchmantel soll deshalb so steil als möglich sein, weil in einer steilen Wölbung der Rauch besser abzieht als in einer flachen. Er soll ferner so nahe als möglich, etwa 12″ bis 20″ über dem Herde anfangen, damit er den Rauch sogleich auffange. Man rechnet für die lichte senkrechte Höhe zwischen der Unterkante des Rauchmantels und dem Fußboden höchstens $5^1/_2$ Fuß.

Damit der Rauch nicht unter dem Rauchmantel hinweg in die Küche schlage, muß er, so weit es angeht, über den Herd vorstehen. Damit aber der Rauchmantel nicht zu groß werde, nimmt man an, daß zwischen dem Herde und der innern Kante des Rauchmantels wenigstens 6 Zoll, in wagerechter Entfernung gemessen, verbleiben. Bei kleinen Heerden kann man den Rauchmantel auch noch weiter vorspringen lassen.

Fig. 295 bis 299 enthält in verschiedenen Ansichten die Anordnung bei Einwölbung von Rauchmänteln und bei der Mauerung der Küchenherde.

Fig. 296 zeigt die Anlage eines Rauchmantels im Grundriß; er liegt in einer Ecke des Küchenraumes.

Die Unterstützung des Rauchmantels geschieht durch die Hölzer bbb, auf welche die Wölbung aufgelegt wird.

Das Rauchfangholz erhält, wie aus Fig. 299 ersichtlich ist, nach innen eine Abschrägung und nach außen eine Erhöhung, gegen welche sich das Gewölbe stützt. Fig. 297 ist die vordere Ansicht eines Rauchmantels; Fig. 298 ist die Ansicht übereck parallel mit xy.

Unter dem Rauchmantel ist der Küchenherd hh besonders gezeichnet, welcher aus einem Tonnengewölbe besteht, dessen Hintermauerung oben wagerecht abgeglichen und dann mit Fliesen belegt wird. Dabei sind die Steine in Lehm zu vermauern, weil dieser dem Feuer besser widersteht als der Kalkmörtel. Fig. 299 ist der Durchschnitt nach der Richtung vw in Fig. 296; Fig. 295 ist, wie schon erwähnt, der Grundriß der zugehörigen Küche nach einem halb so großen Maßstabe genommen. Hierbei ist angenommen, daß neben dem Küchenherde h eine Mauer a aufgeführt werde, auf welcher die Rauchfanghölzer ruhen. Wäre diese Mauer nicht vorhanden, so müßte das Rauchfangholz vermittest eines eisernen Bolzens, der bei b (Fig. 298) durchgebolzt wird, an den Deckenbalken aufgehangen werden. Vorzugsweise aber verhindert diese Mauer, daß durch häufiges Auf- und Zumachen der Küchenthür c kein Luftzug unter dem Rauchmantel entstehe, wodurch der Rauch in die Küche getrieben wird. Uebrigens ist diese Anordnung nur in dem untersten Stockwerk zulässig, wo jene Mauer gehörig fundamentirt ist; in den oberen Stockwerken ist das Rauchfangholz auf die gewöhnliche Art an den Balken aufzuhängen.

In neuerer Zeit hat man statt der von Mauerstein gewölbten Rauchmäntel solche von Zinkblech angefertigt, welche von Eisenstangen getragen werden und auch mit solchen angehängt sind. Sie kosten wenig mehr und belasten ihrer Leichtigkeit wegen die Gebälke ungleich weniger.

In Fig. 300 bis 302 sind drei verschiedene Anlagen von Rauchmänteln dargestellt. Fig. 300 zeigt einen solchen, wo der Schornstein in der Ecke liegt. Bei dieser Anordnung brennt das Feuer jederzeit am besten, weil der Rauch in der Ecke sogleich nach dem Schornsteine in die Höhe geleitet wird. Die Wölbung des Rauchmantels wird aber zugleich die flachste, weil die Wölbungskante die Diagonale des Rechtecks ausmacht. Hat man daher nur eine geringe Stockwerkshöhe, so muß man, um eine möglichst kleine Wölbung zu erhalten, den Herd möglichst kurz anlegen, welches jederzeit das Beste ist.

Fig. 301 zeigt einen Rauchmantel, wo der Schornstein in der Länge des Herdes liegt. Der Raumantel wird hier wie in Fig. 296 bis 298 von drei Seiten herangewölbt und kann daher viel steiler werden als in

Fig. 300; das Feuer brennt aber dann weniger gut. Dasselbe gilt auch von Fig. 302, wo der Schornstein ganz in der Brandmauer liegt; obschon auch hier die Wölbung die beste Steigung erhält.

§. 217.

Kamine werden diejenigen mit dünnen, $^1/_2$ Backstein starken Wänden eingeschlossenen und mit einer Thür versehenen Räume genannt, aus denen man einen oder mehrere Oefen heizt. Wo man aber unter Kamin einen offenen Herd in den Zimmern versteht, z. B. in Berlin, da nennt man unsere Kamine zum Unterschiede **Vorgelege, Einheizwinkel**; die Herdkamine aber nennen sie Heizkamine.

Die Hauptbedingungen aber, denen gut angelegte Kamine, d. i. Vorgelege, ein Genüge leisten sollen, sind:

1) das Kamin soll an einem solchen Orte im Gebäude angelegt werden, wo es keine Unbequemlichkeit verursacht und nur wenig Raum einnimmt;

2) soll das Kamin schleunigst den Rauch in die Höhe nehmen, d. h. es soll gut ziehen;

3) ein Kamin muß den erforderlichen lichten Raum haben, um darin das Heizen bequem genug verrichten zu können, und muß außerdem durchaus feuerfest erbaut sein.

Fig. 303 zeigt eine solche Anlage mit einem Ofen. a ist der Raum des Vorgeleges (Kamins), b der Stubenofen, c der Ofenhals, durch welchen eingeheizt wird, und d die Thüröffnung, welche zu dem Vorgelege führt. In dieser Oeffnung wird an beiden Seiten und oberhalb ein Falz von etwa 1″ in die Mauersteine eingehauen, worein die Vorgelegethür, welche sich auf eingemauerten Haken bewegt, einschlägt. Die Thür besteht entweder aus Eisenblech oder auch aus Holz, da sie dann auf der innern Seite mit Eisenblech beschlagen werden muß. Der Feuersgefahr wegen ist jedes Vorgelege oberhalb in einer Höhe von etwa 5 — 6 Fuß mit einem Gewölbe zu schließen. Wenn in einem Gebäude Vorgelege in mehreren Stockwerken vorkommen, so müssen sie immer unmittelbar über einander liegen, damit sie durch Mauerwerk die gehörige Unterstützung haben. Der Fußboden muß immer mit Mauersteinen gepflastert sein. Steht man im Kamine mit dem Gesichte gegen das Ofenloch gerichtet, so gehört zur Bequemlichkeit eine Breite von $2^1/_2$ Fuß und, vom Ofenloch ab rückwärts, eine Länge von 3 Fuß im Lichten. Bricht man hiervon

ab, so geht nach Verhältniß an Bequemlichkeit verloren. Nie aber sollte man die Breite unter $2^1/_4$ Fuß und die Länge nie unter $2^1/_2$ Fuß nehmen. Trifft jedoch die Kaminthür gerade auf das Ofenloch zu, so daß man beim Einheizen in oder vor dieser Thür stehen kann, so ist in dieser Richtung nur eine lichte Weite von 22″ erforderlich. Dann aber muß die Kaminthür gut mit Blech bekleidet, oder ganz von Eisenblech sein. Wenn im Kamin einige Zoll unter dem Ofenloche, so daß die Thür noch auf- und zugemacht werden kann, auch noch ein kleiner Herd befindlich ist, so nennt man dergleichen Kamine Heizkamine und bedient sich des darin anzulegenden Herdes in beschränkten Räumen zum Kochen. Die Heizkamine sind 20 Zoll tief, $1^1/_2$ bis 2 Fuß breit.

Fig. 304 zeigt ein Vorgelege a, aus welchem drei Stubenöfen geheizt werden; um einen bequemen Raum zu erhalten, sind die Ecken abgestumpft worden.

Fig. 305 bis 307 zeigt eine Vorgelegeanlage in drei Stockwerken. Im untersten Stockwerk (Fig. 307) ist a das Vorgelege oder Heizkamin. Fig. 306 zeigt das nächst obere Stockwerk. Hier muß die Röhre c des unteren Vorgeleges gegen das obere hingezogen werden, welches aber nur durch Schleppenschleifen, oder durch Uebersetzen geschehen kann, wodurch nicht allein das untere Zimmer verunziert wird, sondern auch die Röhre keinen festen Stand erhält; daher muß der Grund def (Fig. 307) zu dieser Röhre gleich vorhanden sein. In dem obersten Stockwerke (Fig. 305) kommt noch eine Röhre von der zweiten hinzu, es muß also die Anlage in dem ersten Stockwerke nach den Linien mgh und in dem zweiten nach nkl stattfinden, damit die Röhren aller drei Stockwerke gehörig fundamentirt sind. Die Rauchröhre des letzten Stockwerkes (Fig. 305) kommt dann unmittelbar über das Vorgelege a zu liegen. Damit nun solche Vorgelege-Anlagen nicht zu viel Raum in einem Stockwerke einnehmen, mache man die Mittelmauern so breit, daß Röhren und Vorgelege darin versenkt werden können; in diesem Falle müssen die Mauern wenigstens 28″ bis 33″ dick werden. Jedoch brauchen sie auch da nicht, wo keine Röhren durchgehen, volle Mauern zu haben, sondern es können überwölbte Vertiefungen angelegt werden, wodurch auch das Schleifen der Schornsteine mit größerer Sicherheit vorgenommen werden kann. In diesem Falle gewährt die Einrichtung Fig. 308 großen Vortheil. Es sei nämlich ab eine Mauer, an der eine Zimmerreihe liegt, und es sei durch die Scheidemauer be und df der Raum eines Zimmers abgeschieden. Bringt man

nun die zweite Mauer ek an, so können in diese zwei Vorkamine x, y angebracht werden und vom ersten aus zwei und vom letzten aus ein Zimmer geheizt werden, wie es die Oefen 1, 2, 3 anschaulich machen. Sprengt man nun von g nach h einen Bogen, so können im nächsten Stockwerke die Kamine gegen einander geschleift werden, unter welchen die Zimmerthür m sich befindet. Diese Anordnung erfordert jedoch eine Stockwerkhöhe von wenigstens 10 Fuß.

Fig. 309 zeigt die Vorgelege und Röhrenanlage eines untersten Stockwerks, Fig. 310 eines darüber liegenden zweiten, Fig. 311 eines über diesem liegenden dritten, Fig. 311 endlich des vierten und letzten Stockwerkes. Die Röhren der verschiedenen Stockwerke sind immer unter einander fortgezogen, so daß in dem letzten Stockwerke (Fig. 311) die Röhre bei A diejenige ist, welche im untersten Stockwerke (Fig. 309) unmittelbar auf dem Vorgelege v anfängt. Wollte man in einem Hause von zwei Stockwerken ein solches Vorgelege anlegen, so würde alles gleich bleiben und nur das mit gh in Fig. 310 und mit ik in Fig. 309 bezeichnete Stück Mauerwerk in dem 1sten und 2ten Stockwerk wegbleiben. Gleichzeitig ist hier in allen drei Stockwerken ein großer Kamin F übereck vorgestellt.

§. 218.

Von den Schornsteinen (Rauchröhren, Schlotten).

Die Schornsteine, Essen oder Rauchröhren dienen zur Ableitung des Rauches. Man pflegt noch jetzt die Schornsteine in weite und enge einzutheilen. Die weiten Schornsteine werden 18 Zoll lang im Lichten und ebenso breit gemacht. Sie können bei diesen Maßen behufs der Reinigung von einem erwachsenen Manne bestiegen werden. Wird aber ein solcher Schornstein 18 Zoll lang und 15 Zoll breit im Lichten, so kann er nur von Knaben bestiegen und gereinigt werden. Außer diesen hat man auch enge Röhren, welche gesetzlich nur 6 bis 8 Zoll Lichtweite haben dürfen. Dergleichen enge Röhren werden nicht von Menschen bestiegen, sondern man läßt von oben in den Schornstein ein Seil herab, an welchem ein überkreuz gebundener Besen mit einer eisernen Kugel (etwa 6 Pfund schwer) daran befestigt ist. Die Last der Kugel zieht den Besen abwärts und der oberhalb stehende Schornsteinfeger zieht den Besen beliebig herauf und läßt ihn wieder durch die Kugel herunter ziehen, bis der Schornstein rein ist. Dergleichen Rauchröhren nehmen ihren Anfang

unmittelbar am Fußboden des Stockwerkes, in dem der Ofen geheizt wird, und hier muß man den Ruß beim Reinigen der Röhre herausnehmen. Bei ihrer Aufmauerung wird ein hölzerner Klotz 2 Fuß lang und genau so dick, als die Röhre werden soll, in dieselbe hineingesteckt und darum herum gemauert, damit sie inwendig gehörig glatt und eben werde. Die engen Rauchröhren wendet man stets dann an, wenn das Feuer in einem geschlossenen Raume brennt, wie bei Stufenöfen, bei geschlossenen Küchenherden und bei den mancherlei technischen Feuerungsanlagen.

Die Umfangsmauern eines weiten Schornsteins sowohl als eines engen werden in Gebäuden immer nur einen halben Stein stark gemacht. In einzelnen Fällen können sie zwar viel stärker angelegt werden müssen, z. B. bei den Schornsteinen der Dampfmaschinen ist es nothwendig, die Schornsteine 100 und mehrere Fuß ganz freistehend aufzuführen und ihnen daher verhältnißmäßig starke Mauern zu geben. Ebenso müssen auch enge Schornsteine, wenn sie in gewöhnlichen Gebäuden über 15 Fuß hoch frei stehen, auf zwei ihrer Seiten einen halben Stein stark, auf den beiden andern Seiten aber einen ganzen Stein stark gemacht werden, weil sie sonst leicht umfallen könnten.

Jeder Schornstein muß von Grund auf fundamentirt sein, damit er, wenn das Haus abbrennt, nicht einstürze; sie sollen daher auch nicht auf Balken stehen, oder auf Holz aufliegen, oder an das Holz der Gebälke angelehnt werden. Vielmehr muß die äußere Fläche jeder Schornsteinröhre mindestens 3 Zoll von jedem Holze entfernt sein. Die Schornsteine werden in Lehm aufgemauert und erhalten auch inwendig einen Abputz von Lehm, welcher immer gleich nach Aufmauerung von ein paar Schichten mit angefertigt wird.

Es ist eine Ersparniß an Raum und Material, wenn man die Röhren möglichst auf einem Puncte des Gebäudes vereinigt und sogenannte Schornsteinkasten im Dache bildet; so zeigt Fig. 312 eine solche Vereinigung von drei Rauchröhren und Fig. 313 eine eben solche Vereinigung von vier Röhren zu einem Kasten, wobei zu merken ist, daß jede Röhre durch eine Quermauer von der ihr zunächst liegenden getrennt bleiben muß, bis an die oberste Oeffnung des Kastens; diese Scheidewand darf nicht schwächer als einen halben Stein stark sein. Werden diese Quermauern von hochkantig gestellten Steinen gemacht, so geschieht es nicht selten, daß bei dem Besteigen der weiten und durch das Anschlagen der Kugel bei engen Essen diese dünne Wand eingedrückt wird. Wollte man

diese Quermauern ganz weglassen, so würde ein starkes Einrauchen der einzelnen Röhren die Folge sein.

Die Schornsteine, weite oder enge, können entweder ganz in den Mauern liegen, oder $^1/_4$, $^1/_3$, $^3/_4$ weit daraus vorstehen. Liegen sie in den Mittelmauern, wie in Fig. **314**, und es kommen mehrere Schornsteine zusammen, so müssen die Balken auf den Puncten, wo die Schornsteinröhren liegen, ausgewechselt werden. Und die Balken müssen auf den Puncten, wo sie die Röhren berühren würden, wie bei aaa noch ausgeschnitten werden. Sind jedoch die Quermauern stark genug, so daß die Röhren darin liegen können, so hat man gar nicht nöthig zu wechseln. Aus diesem Grunde legt man enge Röhren, welche gewöhnlich auch in den Quermauern noch Platz finden, in diese hinein, wie in Fig. **315** und Fig. **316**.

§. 219.

Das Schleifen und Wenden der Schornsteine kann fast in keinem Gebäude umgangen werden. Das Schleifen der Schornsteine auf hölzernen Unterlagen sollte von Seite der Behörden nicht mehr gestattet werden. Ein geschleifter Schornstein borstet durch die geringste Setzung des Hauses, indem der Druck des unter ihm stehenden Mauerwerkes nach senkrechter Richtung geschieht, während der des geschleiften Kamins seitwärts schiebt. Die dadurch entstehenden Risse bleiben unter den hölzernen Unterlagen verborgen und können nicht reparirt werden. Es setzt sich sofort Ruß in die Risse, der bei entstehendem Feuer dasselbe der hölzernen Unterlage mittheilt. Die Schleifung zweier oder mehrerer Röhren neben einander und zu einander muß durchaus ohne Holz geschehen. Man hat daher bei dem Entwurf eines Bauplanes darauf zu sehen, daß keine Schleifung auf Holz nöthig werde.

Bei der Eintheilung der Gebäude pflegt man zuweilen sehr vortheilhaft in der Mitte der Gebäude einen Gang anzulegen, um, im Fall zu beiden Seiten desselben Zimmer zu liegen kommen, die Vorgelege einander gegenüber legen zu können. Sind die Vorkamine aufgemauert und bis zum Hauptgebälke hergestellt, so können sie im Bodenraume mittelst eines Spitzbogens zusammengeschleift werden.

Um das Schleifen der Schornsteine anschaulich zu machen, stelle Fig. **317** den Grund- und Aufriß eines Schornsteines vor, welcher von dem Puncte a bis b gezogen werden soll. Dies darf aber nur geschehen,

wenn er in der Richtung ab, welche mindestens einen Winkel von 45 Grad betragen muß, auf einen massiven Pfeiler abc herübergezogen und dann senkrecht aufgeführt wird. Aber durchaus nicht darf in der Richtung ab eine Holzunterlage liegen und der Schornstein darauf geschleift werden.

In Fig. 318 ist eine andere Art des Schleifens (Ziehens) dargestellt. Die punctirten Linien neben dem Schornstein deuten an, wie weit man im äußersten Falle einen freistehenden Schornstein, ohne ihn anderweitig zu unterstützen, herüberschleifen könnte. Mathematisch betrachtet würde der in der Mittellinie liegende Schwerpunct, weil die Linie ab noch innerhalb der punctirten Figur fällt, noch unterstützt sein, allein in der Praxis ist auf eine so feste Verbindung der Materialien nicht zu rechnen, und es kann daher ein freistehender Schornstein, ohne irgend welche Unterstützung, höchstens um die Hälfte seines Breitenmaßes herübergeschleift werden.

Fig. 319 zeigt, wie zwei Schornsteine so an einander gewölbt werden, daß der eine senkrecht steht. Zu diesem Behufe müssen zwei Lehrbogen als förmliches Lehrgerüst aufgestellt werden, um die Wölbung zu vollenden, die immer nur 1/2 Stein stark ist.

Fig. 320 zeigt zwei Schornsteine, welche im Spitzbogen gegen einander gewölbt werden, mit der zwischen ihnen befindlichen Zunge (Quermauer). Zugleich sieht man die Lage der Balken aa und die Auswechslung der Sparren bei bb. Fig. 321 zeigt einen Grundriß, wo mehrere Schornsteinröhren neben einander liegen, um über den daselbst befindlichen Corridor quer herübergewölbt zu werden. — In Fig. 318 würde man deshalb den Schornstein bis an die Dachfirst d herübergezogen haben, weil derselbe, wenn er gerade aufgeht, eine Kehle acd veranlaßt haben würde, vermöge welcher es leicht einregnet. Solche Schornsteine, wenn sie weit aus dem Dache frei herauskommen, haben den Nachtheil, daß sie im Winter viel kälter als solche werden, welche außerhalb des Daches liegen, weshalb auch der Rauch darin schlecht zieht.

Fig. 315 zeigt die gewöhnliche Lage enger Röhren aus mehreren Stockwerken neben einander in einer Quermauer, und die Oefen o,o der anstoßenden Zimmer, aus welchen die Rauchröhren nach einem der Schornsteine geleitet werden, indem hier die Oefen von innen zu heizen angenommen sind. In dem Falle nun, daß in einem der Röhrkasten eine Röhre weniger als in dem andern sein sollte, muß eine sogenannte blinde Röhre aufgeführt werden, um die Wölbung in gleicher Breite von beiden Seiten vollführen zu können.

Fig. 322 zeigt den Durchschnitt und Fig. 316 den Grundriß für den Fall, daß zwei Stubenöfen bei engen Rauchröhren von außen geheizt werden. In diesem Falle werden kleine Hälse v durch die Mauer gelegt, durch welche man das Feuer in die Oefen einlegt; diese sind gewöhnlich 1 Fuß im Quadrat groß. Ist die Mauer sehr dick, folglich der Hals sehr lang, so müssen sie verhältnißmäßig weiter angelegt werden, weil das Einlegen des Holzes in den Ofen sonst nicht stattfinden kann. Vor der Oeffnung des Halses wird eine eiserne Thür mit Zarge eingesetzt, welche noch eine kleine runde Oeffnung zum Einströmen der kalten Luft in das Feuer hat, wie bei gewöhnlichen Windöfen.

Befindet sich über diesem Stockwerke noch eines oder mehrere, so werden die Rauchröhren wie x in die Quermauer nach der Richtung w hineingezogen, damit nicht etwa eine Rauchröhre durch ein Einheizungsloch schneide. Man kann sie auch seitwärts nach u verlegen.

Fig. 322 zeigt zwei senkrechte weiter nach unten gehende Röhren a, b und eine dritte c, welche über dem bei d angegebenen Gebälk endigt und wo bei c die eiserne Thür befindlich ist, aus welcher man den Ruß herausnimmt, wenn die Röhre gefegt worden ist.

Schornsteine, welche gleich weit von der Mitte des Gebäudes abstehen, sind stets gut zusammenzuschleifen, indem dadurch eine regelmäßige Form, wie die Fig. 323 zeigt, eines Gewölbes hervorgeht; im Fall aber die Kamine in ungleichen Entfernungen angebracht werden müssen, ist die Schleifung etwas schwierig, weil die Kamine in ungleichen Richtungen gegen einander drücken und es öfters vorkommt, daß ein Kamin den ganzen Seitenschub, den ein anliegendes Kamin verursacht, auszuhalten hat. Dieser Fall tritt namentlich ein, wo ein Kamin an ein senkrechtstehendes angeschleift werden soll, wie solches in Fig. 324 statt hat.

Bei b tritt der zu schleifende Kamin ab an den senkrechtstehenden mm. Die Schleifung geschieht hier ebenfalls mittelst eines Bogens cd, welcher bei der Ausführung in wirklicher Größe aufgerissen werden muß. Man suche daher den überhöhten Bogen adm, der aus Zirkelbogen besteht. Nach dieser Linie wölbt man den Bogen, und um dem Schornstein ab eine Beugung zu geben, welche den Rauch gut abführt und auf welcher kein Ruß liegen bleibt, wird die Zunge (Quermauer) nach der Linie abm gemauert; bei c entsteht dann ein leerer Raum auf dem Bogen adm und es wirkt der senkrechte Druck des Schornsteins auf diesen Bogen,

wodurch der Seitenschub gegen das senkrechtstehende Kamin merklich verringert wird.

Fig. 325 und 326 stellt den Fall vor, wenn bei engen Schornsteinen die Oefen von außen geheizt werden; dann ereignet es sich gewöhnlich, daß Rauch durch die Heizthür bei a dringt, welche am Ende der Heizöffnung b liegt, weil der Rauch, wenn er von der Gewalt des Windes zurückgestoßen wird, keinen andern Ausweg hat. Hierdurch wird der ganze Raum um die Heizthür herum schwarz. Diesem Uebelstande vorzubeugen, legt man oben in der Heizöffnung b einen gemauerten Canal cd so an, daß er den Rauch in den Ofen selbst zurückführt und zwar in die Nähe der im Ofen befindlichen Rauchröhre e, welche den Rauch in den Schornstein f leitet. Die gemauerte Rauchröhre cd wird 6 Zoll im Quadrat groß gemacht. Auf diese Weise wird das im vorigen Falle erregte Einrauchen in die Hausfluren vermieden.

§. 220.

Um das Einrauchen der Schornsteine zu verhindern, muß man folgende Grundsätze beachten:

Der Grund des Ziehens der Kamine und Schornsteine ist einzig und allein nur der, daß die erwärmte Luft und der Rauch specifisch leichter sind, als die atmosphärische Luft in ihrer gewöhnlichen Temperatur; es muß demnach jeder Schornstein, wenn nicht Nebenumstände obwalten, ziehen, sobald Rauch oder erwärmte Luft sich in demselben befindet, weil die erwärmte Luft ihres geringern Gewichtes wegen von der kälteren verdrängt und in die Höhe gehoben werden muß. Es ist demnach eine Hauptbedingniß eines guten Schornsteins, daß ihm von unten der Zutritt der freien Luft nicht versagt sei.

Es ist ferner Gesetz, daß zwei Flüssigkeiten in verschiedenen Gefäßen, welche mit einander durch Röhren verbunden sind, sich mit einander in das Gleichgewicht stellen, es mögen die Gefäße gleich weit oder von verschiedenem Durchmesser sein. Eben dieses Gesetz findet auch in den Schornsteinen statt. Durch das Erwärmen derselben, durch den Rauch wird die im Schornsteine befindliche Luft verdünnt, und da diese vermöge ihres geringern Gewichts steigen muß, so entsteht ein luftleerer Raum, der vermöge des Druckes der äußern Luftsäule wieder ausgefüllt wird.

Hieraus entspringt für die Anlage der Schornsteine eine zweite Hauptbedingniß, nämlich die, daß die darunter stehenden Feuerungen im Stande

feten, der Rauchröhre einen höheren Grad der Temperatur zu geben. Diesem gemäß muß man die Schornsteine nie zu weit machen, und die Erfahrung hat bereits gelehrt, daß ein enger Schornstein, weil er leichter erwärmt werden kann, besser zieht als ein weiterer. Aus eben diesen Ursachen des Druckes der atmosphärischen Luft wird auch ein hoher Schornstein den Rauch besser abführen, als ein niedriger.

Die Sonnenstrahlen wirken auf den Zug der Schornsteine nachtheilig ein; man soll daher diese letztern mit Hüten bedecken, damit die Sonnenstrahlen nicht unmittelbar in den Schornstein eindringen können und der Rauch nach Nord und Süd abziehen kann. Dasselbe Mittel dient auch, wenn die Essen beim Druck nebliger Luft und bei gewissen Winden nicht ziehen wollen; um jedoch den senkrechten Stoß des Windes abzuhalten, pflegt man den Schornstein etwas zu schleifen, doch darf diese Schleifung nicht zu groß werden, indem bekanntlich große Schleifungen mehr schaden als nützen.

Aus Erfahrung hat man in dieser Beziehung für die Einrichtung der Schornsteine folgende Sätze aufgestellt:

1) Jedes offene Feuer, Herd- und Kaminfeuer, muß eine besondere Schornsteinröhre bis zum Dache hinaus erhalten.

Wären demnach in vier Stockwerken übereinader Küchen angelegt, so muß jede ihr besonderes Rauchrohr erhalten, und wo sie im Dache einen gemeinschaftlichen Kasten bilden, müssen die Röhren, jede für sich, durch Zungen geschieden werden.

Aus diesem Grunde darf auch nie eine Rauchröhre in eine andere geleitet werden, weil sonst Rauch entstehen würde.

2) Für enge Röhren gelten zwar dieselben Sätze, doch hat die Erfahrung gelehrt, daß man etwa drei Stubenöfen eines und desselben Stockwerkes in eine und dieselbe enge Röhre leiten kann. Werden aber die Oefen von zwei oder mehr verschiedenen Stockwerken in eine und dieselbe enge Röhre geleitet, so raucht gewöhnlich einer der betreffenden Oefen ein, besonders wenn in allen Stockwerken zugleich Feuer gemacht wird.

3) Gehen mehrere Oefen eines Stockwerkes in ein und dasselbe enge Rohr, so hat man darauf zu sehen, daß die eisernen Röhren, woraus der Rauch der Oefen in den Schornstein tritt, einander nicht unmittelbar entgegenstehen, weil sonst der Rauch des einen Ofens, welcher stärker brennt, den gegenüber herauskommenden schwächern Rauch zurückdrängt.

Die eisernen Rauchröhren müssen deshalb etwas schräg und in einer geringen Entfernung übereinander eingelegt werden, damit der Rauch sich nicht treffen kann.

4) Man rechnet für jeden einzelnen Ofen 12 Quadratzoll als Grundfläche oder Querschnitt der Röhre. Eine Röhre von vier gleichen 6 Zoll breiten Seiten faßt 36 Quadratzoll, diese durch 12 getheilt, erhält man zum Quotienten 3, welches die Anzahl Oefen bedeutet, für welche eine Esse von 6 Zoll genügen würde, die aber in einem und demselben Stockwerke stehen müssen.

5) Jede Röhre und jeder Schornstein muß mindestens 1 bis 2 Fuß hoch über die Dachfirst hinaus geführt werden.

6) Da, wie bereits schon oben erwähnt wurde, an der Seite des Daches herauskommende Röhren, wenn sie auch bis über die First hinauf geführt, um so leichter einrauchen, je höher sie in freier Luft stehen, weil dann die äußere Temperatur mehr nachtheilig einwirken kann, so müssen diejenigen Röhren, welche nicht in der Mitte des Hauses liegen, durch Schleifen (Ziehen) auf massiven Mauern, oder durch Ziehen auf Wölbungen, oder untergelegten eisernen Stangen, oder durch Zusammenwölben im Bogen so geleitet werden, daß sie entweder in der Mitte der First herauskommen, oder doch die eine Fläche der Röhre die First berührt.

7) Je weiter und kürzer ein Schornstein ist, um so eher raucht er ein; die größte Breite ist 18 Zoll im Quadrat, die geringste 6 Zoll im Quadrat.

8) Eine senkrecht in die Höhe steigende Rauchröhre ist die kürzeste, leichteste, am leichtesten erwärmbare; folglich auch die, welche am besten zieht.

9) Stubenofenröhre unter den Rauchmantel eines Küchenschornsteins geleitet rauchen stets ein. Heizt man nämlich die Oefen von den Stuben aus, so schlägt der Rauch in die Stuben, heizt man sie von der Küche aus, so schlägt der Rauch in die Küche.

10) Wird der Rauch von Stubenöfen in ein Küchenrohr aus einer von unten heraufkommenden Feuerung geleitet, so rauchen die Oefen immer ein.

§. 221.

Außer den Rauchröhren kommen bei geschlossenen Feuerungen, wie in Brauküchen, bei verdeckten Herden in Küchen ꝛc. auch Dunströhren vor, um den Dampf zu entfernen; man macht dann entweder hölzerne Qualmfänge, setzt hölzerne Röhren darauf und leitet die Dämpfe zum Dache hinaus, oder man legt gemauerte Röhren in Form der weiten Schornsteine an, um den Dampf zu entfernen. — Zuweilen werden auch Luftröhren angelegt, um die schlechte Luft aus den Kellern, Abtritten ꝛc. fortzuschaffen. Dergleichen Luftröhren erhalten eine Weite von 6—8 Zoll im Quadrat.

Zehnte Abtheilung.

Von den Gesimsen und deren Construction.

§. 222.

Unter Gesims versteht man theils eine Einfassung an den obersten, bisweilen auch an den untersten Enden einer Mauer oder einer Oeffnung, theils auch die Begrenzung der verschiedenen Stockwerke der Gebäude. Ein Gesims besteht aus mehreren Gliedern, welche je nach der verschiedenen Form und Größe besondere Namen erhalten. Die Glieder sind in Hinsicht ihrer Form entweder glatt oder gerade, d. h. nach dem Winkelhaken, oder nach einer geraden Linie abgeschnitten und gebogen, nämlich nach Zirkeltheilen ausgearbeitet.

Unter den geraden Gliedern ist der Riemen A Fig. 118 oder das Plättchen das kleinste; es dient vorzugsweise dazu, zwei runde Glieder von einander zu unterscheiden.

Von dem Riemen unterscheidet sich das Band B bloß durch seine Höhe; es kann 3 bis 4 mal so hoch als der Riemen gemacht werden.

Der Reif oder Stab C Fig. 118 ist nach einem halben Zirkel abgerundet und gleicht einem gespaltenen cylindrischen Stabe. Unter den runden Gliedern ist er das kleinste.

Ebenfalls nach einem Halbkreise gerundet ist der Pfuhl oder Ring D; er unterscheidet sich von dem Stabe bloß durch seine Stärke, indem er 2 bis 3 oder 4 mal so stark gemacht werden kann, als letzterer. E Fig. 118 zeigt einen gedrückten Pfuhl.

Die Einziehung F Fig. 118 wird wie der gedrückte Pfuhl aus zwei Quadranten construirt, von denen der oberste nur einen halb so großen Durchmesser als der untere hat, mithin die untere Vorstehung ⅓

der ganzen Höhe des Gliedes beträgt. Doch kann auch der Halbmesser des kleinen Quadranten zum Halbmesser des großen sich verhalten wie 1 : 3, und dann ist die Vorstehung der halben Höhe gleich.

Die Hohlleiste G, auch Hohlkehle genannt, Fig. 118, ist ein nach einem eingebogenen Kreisstück gebildetes Glied, dessen Vorstehung entweder der ganzen Höhe oder auch nur $^2/_3$ der Höhe des Gliedes gleich ist.

Befindet sich die Vorstehung oben an der Hohlkehle, so nennt man sie eine aufrechte, ist hingegen die Vorstehung unten, so heißt sie eine umgekehrte, umgestürzte oder gestürzte Hohlkehle.

Unter Wulst, Viertelstab Fig. 119 A versteht man ein nach einem Kreisbogen ausgebauchtes Glied, dessen Mittelpunct auf der obersten Linie liegt und dessen Ausladung entweder die ganze Höhe oder nur $^2/_3$ derselben enthält.

Der Karnieß, Rinnleiste Fig. 119 B besteht aus zwei gleich großen Quadranten, nämlich an der Vorstehung aus einem einwärts gebogenen Kreisstück und an dem zurückliegenden Theile aus einem auswärts gebogenen Zirkelstück. Dieses Glied nimmt man gewöhnlich zur Krönung des Kranzes, immer aber mit einem Ueberschlage, d. h. mit einem Plättchen bedeckt, weil die Rinnleiste sonst ihrer obern Schärfe wegen von keiner langen Dauer wäre. Die gemeinste und beste Vorstehung dieses Gliedes ist die, welche der Höhe des Gliedes gleich ist.

Die Sturzrinne Fig. 119 C ist nichts Anderes, als die umgekehrte Rinnleiste; sie wird vorzugsweise bei Fußgesimsen der Postamente gebraucht.

Die Glockenleiste ist dem Karnieß gleich, mit dem Unterschiede, daß ihre Vorstehung $^4/_5$ oder $^3/_4$ der Höhe des Gliedes beträgt.

Der Kehlstoß, Kehlleiste Fig. 119 E besteht aus einem auswärts und einwärts gebogenen Zirkelstücke, so daß das auswärtsgehende den vordersten, das einwärtsgehende aber den zurückliegenden Theil der Leiste bildet. Die Vorstehung kann mit der Leiste gleich sein, doch kann sie auch $^3/_4$ und zuweilen nur der halben Höhe gleich sein.

Die Kranzleiste oder abhängende Platte F Fig. 119 ist ein Glied des Gesimses, welches bei jedem Gesimse die größte Höhe bekommt, sich unter der Rinnleiste befindet und weit hervorspringt.

§. 223.

Die Zusammensetzung der Glieder zu Gesimsen geschieht nach Regeln, die von dem Baustyle, nach welchem ein Gebäude errichtet werden soll, abhängen und nach denen auch die Verhältnisse der Glieder zu einander bestimmt werden müssen. Hier sollen nun die Glieder der Gesimse in so weit betrachtet werden, als sie zur Zusammensetzung gewöhnlicher, an Privatgebäuden vorkommender Gesimse erforderlich werden.

Die Gesimse sind von verschiedener Art und haben daher auch, um sie von einander zu unterscheiden, verschiedene Namen erhalten.

Das Dach= oder Hauptgesims ist dasjenige, womit das Gebäude ganz oben, wo das Dach angeht, umgeben ist. Es dient theils zur Zierde des Gebäudes, theils auch, um den Regen von der Mauer abzuleiten.

Wo Werkstücke zu mäßigen Preisen zu haben sind, macht man sie der Dauerhaftigkeit wegen davon; gemeiniglich aber werden sie von Ziegelsteinen gemacht und die Glieder selbst aus Mauerziegeln ausgehauen und mit Kalk beworfen, da es dann das Aussehn gewinnt, als ob der Sims aus einem Stein gehauen wäre.

Sind an einem Gebäude Säulen oder Pilaster angebracht, so wird das Gebälke der betreffenden Säulenart zu dem Gesims genommen. Bisweilen erhält jedoch ein Gebäude auch ohne Säulen und Pilaster einen Sims, der einem Gebälke gleichkommt und aus einem Unterbalken, Fries und Kranz besteht, zuweilen aber wird statt des Unterbalkens auch bloß ein Trageloth angebracht. Am einfachsten ist ein Gesims, wenn es aus einem bloßen Kranze besteht, der nach Verhältniß des am Gebäude befindlichen Reichthums mehr oder weniger Glieder erhält.

Die Höhe eines einfachen Simses wird nach der Höhe des Gebäudes bestimmt; ist nämlich die Höhe des Gebäudes 5 Ellen, so ist die Höhe des Simses gleich dem 8ten Theil der Höhe des Hauses. Ist demnach

Höhe des Gebäudes	Höhe des Simses den
5 Ellen	8. Theil des Hauses
10 „	12. „ „ „
20 „	16. „ „ „
30 „	20. „ „ „

Gewöhnlich giebt man der Ausladung die ganze Höhe des Simses und des bessern Aussehens wegen zuweilen auch noch mehr. Die Hauptgesimse laufen ununterbrochen fort und dürfen von nichts durchschnitten werden.

Man theile die Höhe ac, Fig. 327 A, welche bei dem Hauptgesimse an Gebäuden von einem Stockwerke 10 bis 12, bei zwei Stockwerken 15 bis 18 Zoll ist, und welches letztere Maß auch bei drei Stockwerken noch genügt, in 5 gleiche Theile, wovon das obere Gesims 3, das untere aber 2 Theile enthält. Das obere Gesims ab besteht nämlich aus einer Platte d, einem Karnieß c, einer Platte f, über welchen noch ein Rundstab angebracht werden kann, und es enthalten der Karnieß und die kleinen Glieder zusammen $1^1/_2$ Theile der 3 Theile des oberen Gesimses, die wieder in 5 gleiche Theile zu theilen sind, wovon die Platte d einen Theil, der Karnieß 3 Theile und die Platte f sammt der Wulst g einen solchen Theil erhält. Die Hängeplatte h aber erhält $^1/_2$ Theil der 5 Theile.

Das untere Gesims bc besteht aus einer Wulst i, einem Plättchen k und aus einer Kehlleiste l, und zwar ist k = $^1/_5$ von mn.

Eine andere Art Gesimse sind die sogenannten Gurtgesimse, Balkengesimse, welche gewöhnlich nur aus wenigen Gliedern und zuweilen nur aus einem breiten glatten Streifen bestehen; bei vorzüglichen Gebäuden erhält es oftmals mehrere Glieder; es wird gewöhnlich zwischen zwei Stockwerken angebracht. Die Höhe eines Gurtgesimses beträgt 10 bis 18 Zoll. Die Ausladung desselben kann $^1/_3$, $^1/_2$ oder auch $^1/_5$ der ganzen Höhe gleich sein. Die Gurtgesimse werden gewöhnlich von Ziegeln gemacht und mit Kalk beworfen; da sie aber ganz freiliegend der Witterung ausgesetzt sind, wodurch der Kalk abbröckelt, so ist es besser, sie von Werkstücken zu machen. Fig. 328 A, B, C, D, E, F, G, H zeigt verschiedene Arten Gurtgesimse und deren Eintheilungen.

Fußgesimse sind Einfassungen des untern Theils einer Mauer oder eines Gebäudes über dem Fußboden; dieselben bestehen gemeiniglich aus einer Zocke, die wenigstens 2′ hoch ist und oben entweder mit einer Hohlkehle und einem Plättchen oder mit einem Stabe und verziert ist. Ueberhaupt heißt auch jeder Fuß an einem Postamente oder an einem mit Gliedern verzierten Gebäude ein Fußgesims. Nicht selten erhalten sehr hohe und große Gebäude doppelte Zocken, die aber in einem gewissen Verhältniß zu einander stehen müssen. Dann muß die untere allezeit größer sein und kann sich zur obern

verhalten wie 2 zu 1, 3 zu 2 oder wie 4 zu 3. In Fig. 329 sind unter A, B, C, D, E, F, G, H, I, K, L, M einfache und mit Gliedern verzierte Zocken angegeben.

Brustgesims heißt die oberste Bedeckung eines Gebäudes, welche aus einigen Gliedern besteht.

Auch die Thür-, Fenster- und Kaminöffnungen werden, um ein besseres Ansehen zu erzielen, mit Gesimsgliedern versehen.

Ankerungen. Um die massiven Stockwerksmauern eines Gebäudes ihrer Höhe nach zusammenzuhalten, pflegt man an die Balken des Stockwerks eiserne Anker anzuschlagen, welche diesen Zusammenhalt bewirken; in Fig. 330 ist eine solche Vorrichtung dargestellt. a ist einer der Stockwerksbalken, b bezeichnet die eiserne Ankerschiene, welche $1^1/_2$ bis 2 Zoll hoch, $2^1/_2$ bis 3 Fuß lang und $^1/_2$ Zoll dick ist. Am hintern Ende wird sie umgebogen und gegen diesen Umbug eine Krampe etwa in der Mitte ihrer Länge und außerdem werden noch 3 bis 4 starke Nägel durch sie in den Balken eingetrieben.

Am vordern Ende erhält die Schiene eine Oese, durch welche der eiserne Splint cc gesteckt wird und etwa einen Zoll stark und hoch, und 2 bis $2^1/_2$ Fuß lang ist. Er darf nämlich nicht zu kurz gemacht werden, weil er sonst zu wenig Mauerwerk faßt, wodurch die Festigkeit leidet.

d bezeichnet die Mauerlatte, welche dazu dient, daß bei dem Auflegen der Balken auf das Mauerwerk die unteren noch weichen Mauerschichten, namentlich die ebenfalls noch weichen Thür- und Fensterbogen, nicht zerschlagen werden. Die Mauerlatte muß, damit sie nicht so schnell faule, von Eichenholz gefertigt und so gelegt werden, daß sie, wie in Fig. 330, einen halben Stein von der innern Mauerkante zurückliegt, weil, wenn sie dann auch wirklich verfault ist, der Balken doch sein volles Auflager auf der Mauer behält.

Die Mauerlatte erhält 4 Zoll Breite und 5 Zoll Höhe. Nicht an jeden Balken kommt ein Maueranker, sondern je nachdem die Balken weit oder eng liegen, nur an jedem 3ten oder 4ten, so daß ungefähr alle 14 Fuß weit ein Balken auf jedem Ende mit Ankern versehen wird. Bei hölzernen Gebäuden findet eine solche Verankerung nicht statt, weil dort jeder Balken auf die oberen Rahmstücke aufgekämmt ist, wodurch an sich schon die Ankerung bewirkt wird.

Fig. 331 zeigt einen über die Mauer reichenden Balken a, mit dem einstehenden Sparren b und dem Aufschieblinge c. Dieser letztere dient

dazu, um die Dachsteine so weit überstehen zu machen, daß das vorn an den Balkenköpfen angebrachte hölzerne Gesimse e geschützt wird. d ist die Mauerlatte, die unterhalb des Balkens befindlichen Glieder sind mit gewöhnlichen Mauersteinen vorgemauert. Wenn dieser Vorsprung oder Ausladung mehr als einen Fuß beträgt, so können die massiven Gliederungen mit gewöhnlichen Steinen nicht mehr gebildet werden, sondern man muß zu andern Mitteln sich entschließen.

Fig. 332 zeigt ein massives, weit vorspringendes Gesims, wo die weit vorspringenden Theile m, n entweder aus eigens geformten Mauersteinen oder aus Werkstücken bestehen. Die kleine Aufmauerung bei o dient dazu, durch ihre Last die vorspringenden Gesimssteine im Gleichgewicht zu halten, welche sonst leicht vorn überkippen könnten. In gewöhnlichen Fällen werden die mehr vorspringenden Theile eines Gesimses durch sogenannte Gesimsziegel gebildet, welche 18 Zoll lang, 6 Zoll breit und 3 Zoll dick sind. Diese müssen mindestens um die Hälfte ihrer Länge hinterwärts aufliegen, weil sie sonst Uebergewicht bekommen. Erhalten diese vorspringenden Steine unterhalb Verzierungen, wie p, so werden diese bei Werkstücken sogleich an den Stein mit angearbeitet, bei Gesimsen von Ziegeln aber, besonders aus Stucco (Gyps, Kalk und Steinkohlenmehl oder Holzkohle mit Leimwasser angerührt) geformt und mit Gypsmörtel angesetzt.

Wird der Vorsprung eines Gesimses so bedeutend, daß die Gesimssteine nicht mehr mit ihren halben Längen auf dem Untergesims ruhen können, so werden eiserne Gesimsanker angebracht, um den Vorsprung zu unterstützen. Fig. 333 und 334 zeigen eine solche Vorrichtung.

Man bringt alsdann gewöhnliche Balkenanker an, welche aber keinen senkrecht stehenden Splint haben, sondern wo der Splint, wie in Fig. 333 von a nach b wagerecht läuft und an den Eckankern, wie bei CD, einen Pfeil bildet. Solche Anker werden ungefähr 5—6 Fuß oder etwa bis zum dritten Balken weit auseinander gelegt. Man sieht aber dabei, daß die Zwischenweite ac, unter welcher die Anker fortreichen, sich für sich allein durch den Mörtel tragen muß.

Die Anker näher zusammen zu legen, würde sehr kostbar sein; man legt daher lieber, wie in Fig. 335 und 334, nur flache eiserne Stangen durch die ganze Länge unter dem Gesims, oder man läßt die Balkengesimsanker ganz fort und legt alle 3 Fuß weit eine Eisenstange quer über die

Mauer, vorn mit einer Oese; in diese Oese steckt man diejenigen Eisenstangen, welche parallel mit den Fronten laufen, und unterstützt auf diese Art den Vorsprung des Hauptgesimses. Besser ist es jedoch immer, wenn die Eisenbefestigung ganz fortgelassen und die weit vorragenden Theile aus Werkstücken gehörig angeordnet werden. Auch können bei Mauersteingesimsen nur Strecker, durchaus keine Läufer angewendet werden.

Um auch für die gehörige Erhaltung der Gesimse zu sorgen, muß die unterste Schicht Dachsteine die Vorderkante des Gesimses etwa um 5 Zoll überragen. Zu diesem Behuf muß der Aufschiebling (Knagge, Aufstreicher) höchstens 6″ mit seiner Unterkante von der Vorderkante des Gesimses zurückstehen, etwa wie in Fig. 331 der Aufschiebling c. Der Aufschiebling c darf aber niemals das Gesims berühren, sondern muß mindestens ½ bis 1 Zoll der Höhe nach davon entfernt bleiben, damit, wenn der Aufstreicher sich etwas senkt, ein massives Gesims nicht herabgedrückt werde.

Die erste Latte auf den Aufschieblingen kommt bei der Bedachung alle Zeit dahin, wo seine Nase es anzeigt, wenn man den Dachstein so anhält, daß er 5 Zoll über die vordere Gesimskante übersteht. Mehr dürfen die Dachsteine nicht überstehen, weil sie sonst durch Sturm und Schneelast abgebrochen werden können.

§. 224.

Anbringung der Dachrinnen. Die blechernen Dachrinnen werden gewöhnlich so angebracht, daß sie am obern Theile eines Hauptgesimses entweder nur nach einer Seite, oder von der Mitte aus nach beiden Seiten hin sich neigen und in den Abfallröhren von Blech das in ihnen zusammenfließende Regenwasser ausgießen. Dieses Verfahren kann aber nur für ganz gewöhnliche Gebäude passen, indem nicht nur durch die nothwendige schräge Lage derselben, als auch dadurch, daß sie fast das ganze Gesims bedeckt, ein großer Uebelstand für das gute Aussehen des Gebäudes entsteht.

Eine zweite Art die Dachrinnen zu legen ist in Fig. 336 vorgestellt. Um die Rinne nicht vor das Gesims zu bringen, legt man sie einige Steinschichten höher hinauf auf das Dach selbst, nach a. Hieraus entstehen aber folgende Nachtheile:

Vermöge der schrägen Lage, welche die Rinne haben muß, durchschneidet sie die Dachsteinschichten in schräger Richtung, woraus Verhau

der Steine und Schwierigkeiten in der Eindeckung entstehen, und es endlich an solchen Rinnen einregnet.

Folgende in Fig. 337 dargestellte Art ist dagegen als bewährt zu empfehlen.

a bezeichnet den Balken, b den Sparren, c den Drempel, welcher den Aufschiebling unterstützt und e die Blechrinne selbst. Der Aufschiebling d wird an seinem untern Ende bei g senkrecht abgeschnitten und dann wird ein einen Zoll starkes Brett vor die Köpfe der Aufschieblinge genagelt, so daß die Zwischenräume derselben gedeckt werden. Von der Ecke h an bis g und f wird eine Zinkbekleidung herabgeführt, welche f 3 Zoll nach unten umgebogen wird, damit der Sturm den Zink nicht abreißen kann. Die Befestigung des Zinks am Mauerwerk geschieht durch eiserne Haken, welche mindestens 3 Mauersteinschichten tief gehen müssen, indem der Sturm sie sonst ausreißt. Nun wird die Blechrinne eh an den Aufschieblingen befestigt und die unterste Dachsteinschicht 4 Zoll höchstens über dieselbe hineinreichend gelassen. Auf diese Weise hängt die Rinne fest; man kann ihr so viel Neigung geben als man will, wenn die Höhe gh darnach eingerichtet wird. Die Rinne hängt nicht vor dem Gesimse und gewährt einen guten Anblick. Diese Anordnung ist allen andern vorzuziehen.

Die Abfallröhren werden da, wo sie eintreten, entweder durch das Gesims durchgesteckt, oder man kann die Anordnung so treffen, daß die Einlaufskasten zugleich eine Verzierung des Hauses bilden. Die Rinne hinter eine Aufmauerung (Attika) zu legen, ist in allen Fällen, wo man Mauersteine anwendet, zu widerrathen, indem sich hinter derselben ein gefährlicher Schneesack bildet und Einregnungen entstehen, wodurch später der Ruin des Mauerwerks herbeigeführt wird.

Elfte Abtheilung.

Von den Fußböden.

§. 225.

Hierher gehören die geplatteten und geesterten Fußböden. Die rauhen Steinpflasterungen gehören aber nicht hierher. Gewöhnlich bedient man sich hierzu der gebrannten Mauersteine.

Die Fußböden von Steinplatten. Man bedient sich hierzu der Platten von Sand= und Backsteinen. Je nachdem aber die Gegend den Stoff liefert, hat man auch noch Schieferplatten, Kalksteinplatten, Ziegel, gebrannte Mauersteinplatten (Fliesen). Am dauerhaftesten sind Granit= und Marmorplatten. Die Anfertigung solcher Pflasterungen wird auf dreierlei Art ausgeführt.

1) Die schlechteste Art ist, wenn man auf den Fußboden, worauf die Pflasterung zu liegen kommen soll, bloß eine Auffüllung von reinem Sande etwa 6 Zoll hoch macht, und die Steine oder Fliesen bloß so eng wie möglich auf einander schiebt und wagerecht in Sand legt. Dieses Verfahren nennt man eine in Sand gelegte Pflasterung.

2) Eine bessere Art Fußboden wird erhalten, wenn man auf dieselbe Sandauffüllung die Steine oder Fliesen wie vorhin legt, die Fugen aber mit Kalk ausgießt. Dies nennt man eine Pflasterung mit ausgegossenen Fugen. Hierbei dringt die Nässe nicht so leicht zwischen die Steine.

3) Die vorzüglichste Art dieser Fußböden ist die, da man auf die erwähnte Sandschüttung die Steine ganz in Kalk legt und vollkommen an einander mauert und ihnen auch unterhalb Kalk giebt. Man nennt dies eine ganz in Kalk gelegte Pflasterung.

Die Sandsteinplatten werden mehr oder weniger sauber bearbeitet, mit regelmäßiger oder unregelmäßiger Gestaltung der Fugen, wohl auch mit Auswahl verschiedener Färbung zusammengelegt, in Sand oder mit Speise versetzt, wie es das Bedürfniß oder die Verfeinerung erfordert. Sie werden entweder stumpf an einander gelegt, oder mit einem halben Spunde. Sie sind 1, $1\frac{1}{2}$ bis 6 Zoll dick, je nachdem der Stein dünner oder dicker spaltet. Gegen die Einwirkung der Luft und Nässe erweisen sie sich mehr oder weniger dauerhaft. Sie sollen mit Hülfe der Wage und des Richtscheites genau eben, wo aber Wasser verschüttet wird, z. B. in Küchen, Kellern, Ställen, Brauereien rc., etwas abhängig gelegt werden. Auf der abhängenden Seite können auch Rinnen eingehauen sein. Sie müssen eine feste trockne Unterlage erhalten.

Bei Mauersteinpflaster legt man die Ziegel ebenfalls bloß in Sand oder besser in Kalkspeise, entweder nur auf die breite Seite, da dann eine Pflasterung entsteht, entweder flach in Sand, oder flach mit ausgegossenen Fugen, oder flach ganz in Kalk gelegt; oder man legt die Ziegel hochkantig, wo dann für hochkantiges Pflaster dieselben verschiedenen Arten sich ergeben.

Ein flaches Mauersteinpflaster läuft sich schneller ab, als ein hochkantiges, läßt sich aber bei Reparaturen leichter herausnehmen. Die ganz in Kalk gelegten Pflasterungen lassen sich schwerer herausnehmen und man muß bei Reparaturen, um einer schadhaften Stelle wegen, mehrere Steine herausnehmen, wovon gewöhnlich die meisten zerbrechen.

Wo die Steine einen starken Druck auszuhalten haben, wie in Pferdeställen, Brauereien, Durchfahrten, und wo mit schweren Gegenständen darauf herumgerollt wird, muß stets hochkantige Pflasterung gemacht werden.

Eine vorzügliche Art Ziegelpflaster liefern die holländischen Klinker. Diese werden aus einer sehr thonhaltigen Erde scharf gebrannt, sind von hellgelber Farbe und werden gewöhnlich 8 Zoll lang, 4 Zoll breit und 2 Zoll hoch gemacht. Anstatt der Mauersteine bedient man sich auch der gebrannten Fliesen, welche quadratisch von verschiedener Größe 2 und 3 Zoll stark gebrannt werden.

Fig. 338 ist ein Theil von einem auf die hohe Kante der Steine gepflasterter Fußboden vorgestellt. Fig. 339 stellt eine Pflasterung im Läuferverbande, Fig. 340 im Blockverbande und Fig. 343 im Schlangenverbande vor. Die Figg. 341 und 342 sind Zeichnungen von verschieden-

farbigen Fliesen. Von gebrannten Mauersteinfliesen erhält das Pflaster weniger Fugen, als ein anderes; sind aber die Steine nicht von besonderer Güte und hinlänglicher Dicke, so sind sie auch leichter zerbrechlich als die Mauersteine.

§. 226.

Estriche.

1) Gypsestrich. Gilly sagt hierüber Folgendes: In einigen Gegenden, wo viel Gyps, dagegen aber wenig Holz ist, z. B. im Magdeburgschen, Halberstädtischen, werden sowohl in den Wohnungen als in den Wirthschaftsgebäuden und vorzüglich auf den Kornböden sogenannte Gypsestriche anstatt der Dielenböden angefertigt, und zwar folgendermaßen:

In der untern Etage über gewölbten Kellern werden die Gewölbe wie gewöhnlich mit Erde oder Schutt ausgefüllt, mit Sand geebnet und hierauf der Gyps gegossen; jedoch ist auf Trockenheit dieser Ausfüllung zu sehen, indem der Gyps nur in trocknen Räumen dauerhaft ist. In den oberen Etagen werden die Decken mit Stakhölzern, welche mit Lehmstroh umwunden und in die Balken geschoben werden, dergestalt ausgewindelt, daß die Ausfüllung der Fächer zwischen den Balken mit deren Oberfläche bündig oder gleich sei; dahingegen stehen die Balken unten vor, oder es bleibt unten ein Theil ihrer Höhe oder Dicke sichtbar; hat man schwache Balken, die durch Falzen noch mehr geschwächt werden können, so werden die mit Lehmstroh umwundenen Stakhölzer nur oben auf die Balken übergelegt, in welchem Falle die ganze Dicke oder Höhe der Balken von unten sichtbar bleibt. In beiden Fällen werden die Lehmfache von unten geebnet, die Balken gespriegelt oder geputzt; wollte man aber auch von unten eine ganz gerade Decke haben, so müssen die Balken mit Brettern verschalt und darauf gerohrt und geputzt werden.

Ueber die gerade geebneten Windelböden wird etwas trockner Sand gebracht und alsdann der Gypsboden, einen bis einen und dreiviertel Zoll dick darauf gegossen ($1\frac{1}{4}$ Zoll würde aber die angemessenste Dicke sein); von einer Wand ab wird nämlich in einer Entfernung von 3 bis $3\frac{1}{2}$ Fuß eine Latte vollkommen wagerecht befestigt und dadurch ein so breites Feld abgetheilt, daß solches mit einem Streichholze bequem überreicht werden kann; dieses Feld wird sodann nochmals mit trocknem Sande nach der Wage geebnet.

Da sich nun der Gyps auf einer solchen Fläche in Zeit von 36 bis 48 Stunden nach allen Seiten etwa um einen Zoll ausdehnt, so muß bei der Lattenlegung an den Wänden herum so viel Spielraum gelassen werden. Ohne diese Vorsicht würde sich der Gypsboden heben und uneben werden. Inzwischen daß man das Feld dergestalt zubereitet, wird der Gyps mit Wasser in einer Wanne vermittelst Kalkhaken und Mistgabeln zu einem dünnen Brei gerührt, welcher alsdann mit einem Eimer ausgeschöpft und dergestalt mit einem Kunstgriffe über das Feld gegossen wird, daß der Sand sich nicht damit vermenge. Hierauf wird die Gypsmasse mit der Lehrlatte gerade gestrichen. Nach einer Viertelstunde wird die Lehrlatte hinweggenommen und das zweite angrenzende Feld ebenso angeordnet und ausgegossen u. s. w. Etwa 24 Stunden nach dem Gusse hat der Gyps schon so viel Festigkett erlangt, daß man Bretter darüber legen und darauf stehen kann. Der Guß wird nun mit den Gypshölzern, die wie halbe Cylinder gestaltet und an einem Ende mit einem Stiele versehen sind, und zwar mit der geraden Fläche derselben überall sorgfältig geschlagen, welches in einem Zeitraume von 5 bis 6 Stunden wiederholt wird. Zuletzt glättet man den Boden mit kleinen eisernen Mauerkellen, um alle Unebenheiten zu beseitigen.

Dergleichen Gypsestriche wurden auch im neuen Museum zu Berlin gelegt. Man verfuhr dabei ganz auf die eben beschriebene Weise. Ueber den unteren Gewölben wurde erst die gewöhnliche Auffüllung von trockner Erde geschüttet, hierauf wurde eine Unterlage etwa 1 Zoll hoch von trocknem reinem Sande gelegt. Auf diesen wurde der Gyps etwas dick aufgetragen und geschlagen. Hierbei kommt es besonders darauf an, denjenigen Zeitpunct abzuwarten, wenn der Gyps anfängt zu binden; verfehlt man dies, so geräth der Estrich nicht. Um diesem Fußboden ein gefälligeres Ansehen zu geben, wurden farbige Streifen und in der Mitte der Felder Verzierungen angebracht, etwa wie Fig. 344 zeigt. Die Streifen wurden auf folgende Art gemacht. Die dazu erforderliche Gypsmasse wurde beliebig gefärbt. Wo die Streifen hinkommen sollten, legte man 5/4 Zoll starke Leisten, so breit wie die Streifen werden sollten. Ebenso schnitt man die in der Mitte befindliche Verzierung aus 5/4zölligen Brettern aus und legte sie, bevor der Guß begann, oben auf die wagerecht abgeglichene Sandschicht. Alsdann wurde der Guß der ganzen Felder begonnen, die Leisten aber blieben liegen. Wenn der Guß halbtrocken war, wurden die Leisten und die in Holz geschnittene Verzierung

herausgenommen, wodurch diese Formen leere Räume zeigten; diese wurden alsdann mit der farbigen Gypsmasse vollgegossen. Wenn nun auch der farbige Gyps angezogen hatte, wurde das Ganze geschlagen und dann, nachdem der Estrich trocken war, jede Unebenheit mit gewöhnlichen Tischlerhobeln abgehobelt und alsdann mit heißem Leinöl dreimal getränkt. Damit das Oel besser anziehe, werden flache eiserne Blechkasten mit glühenden Kohlen gefüllt und in geringer Entfernung über den Fußboden gehalten. Ist die Tränkung mit Oel geschehen, so werden die Estriche mit Blutstein polirt. Dergleichen Fußböden werden sehr fest und man kann sie in verschiedenen Farben ganz mosaikartig ausführen.

In bewohnten Räumen sind sie jedoch für unser Klima zu kalt und können nur zu solchen Zimmern verwendet werden, welche man ausnahmsweise braucht; dagegen eignen sie sich sehr zu Hausfluren rc.

§. 227.

2) Lehmestriche. Diese kommen nur in ganz untergeordneten Wohngebäuden und bei Scheunentennen vor; sie sind wärmer als Gypsfußböden, aber nicht so warm als gedielte. Repariren lassen sie sich nicht, man muß sie dann abnehmen und neu legen. Man unterscheidet trockne und nasse Tennen.

Zu den trocknen Tennen wird Lehm, der mehr thonartig ist, in natürlicher Erdfeuchtigkeit angefahren und durch Schlagen und Treten mit den Füßen so lange bearbeitet, bis alles wie ein fester Teig ist. Dabei werden alle Steinchen und harten Klumpen herausgenommen. Allenfalls wird der Lehm, wenn er dabei zu sehr trocknet, mit Wasser aus einem Sprenger begossen. Dieser bearbeitete Lehm wird dann 18″ dick aufgetragen, mit Spaten oder Schaufeln wagerecht geglichen und geschlagen, dann aber durch eine gehörige Anzahl Menschen mehrere Stungen lang, Tritt neben Tritt, gleich und eben getreten, damit nirgends Höhlen und Vertiefungen bleiben.

Hierauf werden ein paar Bretter auf die Masse gelegt, worauf die Leute treten, um mit den Füßen keine Gruben zu machen, und diese Leute fangen an einer Seite der Tenne an mit Pritschbläueln, die der Länge nach prismatische Vertiefungen haben, von oben her alles durch Schlagen zu ebnen, wobei die Arbeiter auf und mit den Brettern bis an das andere Ende der Tenne fortrücken. Dann bleibt die Tenne 48 Stunden lang ruhig liegen, um so zu trocknen, daß der Lehm nicht mehr an den hölzernen

Schlägeln klebt. Nun wird der ganze Boden eine Zeit lang mit Dreschflegeln, Schlag an Schlag, fest geklopft und wieder 24 Stunden lang ruhig gelassen. Der Lehm fängt dann an mehr zu trocknen und Risse zu bekommen, worauf dann wieder mit Dreschflegeln geschlagen wird, bis alle Risse sich schließen. So wird fortgefahren, bis sich gar keine Risse mehr zeigen. Nunmehr werden auf die Tenne, worauf etwa 12 bis 15 Fuhren Lehm geschlagen worden sind, 4 bis 5 Handeimer Rindsblut oder auch Theergalle gegossen und mit einem Besen eben gestrichen, worauf sich das Blut überall gleichförmig einzieht. Auf das noch feuchte und zähe Rindsblut wird ein Karren voll Hammerschlag gestreut, der fest getreten und in den folgenden Tagen alle 24 Stunden eine Stunde lang mit Dreschflegeln, Strich an Strich, fest geschlagen wird, bis alles recht hart und in einigen Tagen nicht das mindeste Ritzchen mehr zu bemerken ist.

Besser ist es jedoch, den 18″ dicken Estrich in 3 Lagen aufzubringen; die erste 8″, die zweite 5″ und die dritte ebenfalls 5″ dick. Jede Lage wird für sich fest geschlagen; die folgende wird aufgesetzt, ehe die vorige zu trocken wird. Wenn man auf dem fertigen Lehmestriche eine Schafheerde übernachten läßt, so soll durch deren Urin der Estrich bedeutend fester werden.

Gewöhnlich wird fetter Lehm, sowie er gegraben wird, mit der natürlichen Erdfeuchtigkeit angefahren und durch Schlägel, wie bei den Gypsestrichen, fest geschlagen. Eine solche Tenne wird etwa 1 Fuß stark. Ein Estrich in einer Stube rc. etwa 6 Zoll stark. Ein Estrich auf einem Dachboden 3 Zoll stark. Der Lehm wird in Lagen von 3 Zoll stark aufgetragen und fest geschlagen. In Schweden erlangen die Tennen dadurch eine besondere Härte, daß man auf jede Lage frischgebrannten Gyps aufsiebt und dann die Lage fest schlägt. Auch vermengt man den Lehm mit Ochsenblut und Theergalle, wenn er mager ist. Fetter Lehm, wie man ihn in den Ostseeprovinzen hat, bedarf gar keines Bindemittels weiter.

Die nassen Tennen werden folgendermaßen gemacht: Man gräbt den Boden der Tenne etwas über 1′ tief aus, wenn die Tenne mit der äußersten Erdfläche gleich oder doch nicht viel höher werden soll, ebnet denselben und füllt ihn mit kleinen Kieseln, recht diese gerade und eben und stößt sie möglichst fest. Ueber diese Kiesellage bringt man 4″ hoch trocknen, fetten und klein geschlagenen Thon und stampft auch diesen fest. Diesen Boden überschüttet man nach und nach mit in Wasser verdünntem Thon. Die Feuchtigkeit zieht sich in den untern trocknen Thon und ver-

härtet den obern. Die entstehenden Risse und Sprünge werden mit Pritschbläueln zusammengeschlagen. Diese Arbeit ist die unentbehrlichste. Hierauf überzieht man die Tenne mit Rindsblut, mit noch einmal so viel Wasser und dem feinsten Thone vermischt, oder auch mit Rindsblut, Hammerschlag und Pferdeurin, mit einem Mauerpinsel und wiederholt dieses nach der Abtrocknung noch einigemal, bis sich keine Risse mehr zeigen.

Zur Erhaltung der Tenne gehört die Ausbesserung vor jeder Ernte mit feinem Lehm, Rindsblut oder Theergalle und das Ueberlegen derselben mit Brettern für eingehende Wägen.

§. 228.

3) Mörtelestrich. Dieser wird im südlichen Rußland angewendet. Auf den geebneten Grund werden Steine geschüttet und vollkommen fest gestampft. Dann läßt man Kalk gleich nach dem Löschen, durch ein feines Sieb laufen, mischt 2 Theile Kies mit 1 Theil Kalkpulver und befeuchtet das Ganze mit so viel Rindsblut, als zum Festhalten des feinen Pulvers nöthig ist. Je weniger, desto besser. Diese Mischung wird auf dem Boden ausgebreitet und sogleich gestampft, wobei sie immer feuchter wird. Während dem wird vom trocknen Gemisch aus Sand und Kalkpulver zugestreut und so lange fortgestampft, bis der Estrich steinhart ist.

Soll die Fläche sehr fein werden, so nimmt man zur nächsten Lage fein gesiebten Kalk, $^1/_{10}$ Roggenmehl, etwas Rindsblut, stampft dieses zu zähem Mörtel, ebnet mit der Kelle, wiederholt dieses den folgenden Tag und so öfters, bis alles ganz trocken ist. Endlich kommt darauf noch ein Anstrich von Rindsblut. Auch kann man noch einen Oelanstrich darauf bringen.

§. 229.

4) Der venetianische oder italienische Estrich (Terazzo). Die Venetianer nennen Terazzo jenen Estrich, welcher bei ihnen zur Bedeckung der Hausfluren, Fußböden, Altane rc. angewendet wird (er ist eine altrömische Erfindung). Material und Arbeit bleiben in allen Fällen gleich, nur muß vor Terrassirung ebenerdiger Böden (in Venedig) das alte mit Salz geschwängerte Erdreich weggeschafft und eine Schicht von einem für die Aufnahme des Salzes weniger empfänglichen Material gelegt werden, weshalb man gewöhnlich eine Lage von Kohlen giebt. Bei der

Terrassirung der Gewölbe hat man jedoch zuerst eine Ebene von Mauerwerk und nicht aus Mauerschutt oder Urbau herzustellen, weil letzterer sich allmählich setzt und dadurch den Estrich zerreißt.

Bei Terrassirung der Fußböden muß vor allem darauf gesehen werden, daß die Unterlagsbalken hinreichende Stärke haben und so weit auseinander liegen, als ihre Breite beträgt. Darauf werden dann Bretter der Länge der Balken nach genagelt, und wenn man noch mehrere Festigkeit erzielen will, so läßt man über die Quere noch eine zweite Brettlage folgen. Die erste Schicht, welche man den Grund nennt, besteht entweder aus Stücken alten Estrichs (die aber höchstens die Größe einer Wallnuß haben dürfen), oder aus Stücken von Dach- und Mauerziegeln, oder auch aus gut gebrannten Kreidestücken, welche dann mit Kalk so versetzt werden, daß man auf zwei Theile solcher Bruchstücke einen Theil Kalk nimmt. Diese erste Lage, welche nicht dünner als 3 Zoll sein darf, wird mit einem eisernen Rechen, dessen Zähne unter sich 3/4 Zoll entfernt stehen, gleichförmig ausgearbeitet, mit einem hölzernen Schlägel mehr in sich zusammengedrückt und dann mit einem Eisen (in Form einer großen schmalen Kelle) von beiläufig 12 Pfunden, nach der Länge und Breite 3 oder 4 Tage hindurch, je nach der Jahreszeit, so lange geschlagen, bis sich die Dicke der Lage um 1/3 vermindert hat. Bevor nun diese Schicht ganz trocken wird, giebt man eine zweite Decke von 2 Zoll Dicke, welche Coperta genannt wird und ebenfalls aus den oben erwähnten Bruchstücken besteht, die aber kleiner und durch ein Sieb von höchstens 3/4zölligen Oeffnungen gesiebt sein muß. Diese Brocken werden mit ungelöschtem Kalk, wovon 1 Theil auf 2 Theile Brocken genommen wird, zu einem Mörtel verbunden.

Ist auch diese Schicht mit dem Rechen ausgebreitet, so läßt man sie in guter Jahreszeit ungefähr 1 1/2, im Winter 2 1/2 Tage ruhen, bis sie trocken wird, schlägt dann wiederholt mit dem schon erwähnten Eisen nach der Länge und Quere den Boden nach und nach unter sanften Schlägen so fest, daß die Fußtritte keine Spur des Eindringens zurücklassen.

Zuletzt wird noch eine Schicht von 1/4 bis 1/3 Zoll gegeben, welche halb aus ungelöschtem Kalk besteht. Diese Schicht wird mit einer wie ein Entenschnabel gestalteten Kelle aufgetragen und darauf wird nun die Saat aus kleinen Marmorstücken von verschiedener Größe und Farbe gelegt. Dabei müssen jedoch die großen Stücken zuerst, dann die mittelgroßen und nachher die kleinen ausgestreut und in den Estrich vertieft

werden, indem man anfangs den hölzernen Schlägel anwendet und sie dann mittelst einer marmornen oder eisernen Walze, welche an einem gabelförmigen Stiel befestigt ist, vollends in den erwähnten Cement eindrückt. Nachdem die Saat auf diese Weise befestigt ist, schlägt man sie des Morgens und Abends längere Zeit mit dem oben erwähnten 9 bis 12 Pfund schweren kellenförmigen Eisen immer fester, und ist endlich die Masse ganz hart geworden, so schleift man die Fläche mit Wasser und einem Schleifstein von der Form einen Klotzes so lange, bis die kleinen Unebenheiten, welche durch das Schlagen mit dem erwähnten Eisen entstehen, nicht mehr sichtbar sind. Nach Verlauf von 3 Monaten, je nach der Witterung, wohl auch darüber, kann man den Boden färben, indem man eine beliebige flüssige Farbe mit weißer Thonerde mengt und mit einem ebenen Steine mittelst der Hand aufreibt. Besser ist es jedoch, dem Terazzo seine natürliche Farbe zu lassen, weil die aufgefärbte sich leicht abtritt.

Ist nun die ganze Masse gehörig ausgetrocknet, so giebt man die Politur, indem man die Fläche erst mit feinem Sande und einem Steine und dann mit Bimsstein abschleift. Risse und andere sichtbare Zwischenräume werden mit Cement aus weißem Ziegelstaub (Marmorstaub) und Kalk mittelst einer Kelle verschmiert, welcher Kitt, wenn er gehörig trocken ist, mit einem Schleifstein gleichfalls geebnet werden muß. Der Boden wird nun mit einem nassen Lappen abgewaschen, und, wenn er wieder gehörig trocken ist, mit Leinöl eingerieben, welches letztere Verfahren man jährlich einigemal wiederholen muß, wenn der Fußboden immer Glanz haben soll.

Noch muß bemerkt werden, daß der Terazzo bei Frostwetter und in zu großer Hitze nicht verfertigt werden darf, weil im ersten Falle, wenn die Masse gefrieren sollte, nur eine unvollkommene Verbindung stattfinden würde, im andern Falle aber das Auftrocknen zu schnell vor sich ginge und ein bedeutendes Zerspringen verursachen könnte. Ein Quadratfuß mit Material kostet in Venedig nach unserm Gelde etwa $4\frac{1}{2}$ Silbergroschen.

§. 230.

Asphaltestrich.

Dieser ist, wo die Sonne ihn nicht trifft, wie in Kellern, Corridors ꝛc., von außerordentlicher Dauer. Die Anfertigung ist sehr einfach und kann sehr rasch betrieben werden. Auf einem flach in Sand gelegten Mauer-

steinpflaster wird geschmolzener Asphalt, mit 4mal so viel Sand gemischt, einen halben Zoll dick aufgetragen und mit einem Richtscheit geebnet. An solchen Orten, wo viel heißes Wasser gebraucht wird, wie in Brauküchen und dergl., erweicht sich dieser Fußboden; an schattigen Orten dagegen bleibt er fest wie Granit und ist wasserdicht.

Statt des theuern Asphalts kann man auch gewöhnlichen Steinkohlentheer so lange kochen, bis ein hineingetauchtes Stückchen Holz herausgezogen wie lackirtes Leder aussieht. Alsdann rührt man das 4fache der Theermasse an erwärmtem reinem Sande zu und verfährt wie oben.

Diese Fußböden sind namentlich als Schutz des Ziegelpflasters zu empfehlen, da sie sich so wenig wie Stein austreten, wenn sie im Schatten liegen. Ein Quadratfuß solches Asphaltüberzuges auf Mauerstein kostet mit allem Material 3 Silbergroschen.

§. 231.

Mosaikfußböden

werden diejenigen Fußböden genannt, deren oberste Lage aus zuweilen kostbaren kleinen farbigen Steinstücken besteht, welche nach gewissen Mustern Verzierungen bilden. Folgendes ist die Beschreibung einer wohlfeilen Art Masaik aus Backsteinen, vom Hrn. Bauinspector v. Lassaulx erfunden. Es gehören hierzu die Figg. 345 bis 348.

Lassaulx sagt: In unsern älteren Kirchen finden sich noch häufig Reste von Fußböden aus kleinen Fliesen; es sind dies theils quadratische Ziegelplättchen, entweder glatt oder mit vertieften seltener erhabenen Verzierungen (diese zuweilen auch mit einer Glasur überzogen), theils andere von verschiedener Größe, Form und Farbe, und dann zu mancherlei zierlichen Mustern vereinigt, sowie noch heutiges Tages in Holland aus hartgebrannten Mauerziegeln, sogenannten Klinkern, ebenfalls von mehreren Farben und auf die hohe Kante gesetzt, sehr artige Fußböden in Fluren, Küchen und Höfen gefertigt werden, die sich im Vergleich zu unsern modern nüchternen, sehr vergänglichen Sandsteinplatten ebenso sehr durch längere Dauer als mehrere Zierlichkeit auszeichnen.

Nach Fig. 345 bis 347 wurden aus rothem, gelblichem und schwarzgrauem Ziegelgut Backsteine von 8 Zoll Länge, 4 Zoll Breite und 8 Linien Dicke gefertigt. Bei dem Streichen wurde in die untere Seite (Fig. 347) bei a eine stumpfe Rinne der Länge nach, sowie drei andere durch die Quere, durch kleine auf dem Boden angeheftete scharfe Rippen gleich mit

eingeformt, damit jeder Stein mit Leichtigkeit in 8 Stückchen (Fig. 346) von 2 Zoll im Quadrat gebrochen werden konnte, deren eine reine Kante von 2 Zoll Länge und 8 Zoll Breite nun in die Oberfläche des Mosaikbodens gebracht werden sollte.

Nun wurden hölzerne Rahmen gebildet, deren Form und Größe aus dem jedesmal gewählten Muster hervorgingen, die farbigen Steinchen wurden so in die auf einem Tische liegende Form gestellt, daß ihre untere Seite nach oben zu liegen kam. Dann wurden diese Steinchen mit einem Gypsmörtel übergossen, so daß auf diese Art Platten von 4 bis 6 Quadratfuß und 2 Zoll dick erhalten wurden, worauf sich ein Theil des ganzen Musters befand und welche nun wie gewöhnliche Fußbodenfliesen verlegt wurden. Denkt man sich einen solchen Fußboden zusammengesetzt, wie Fig. 348 ein Stück davon zeigt, so sieht man, daß sich sehr mannigfaltige Formen erreichen lassen.

Statt der gebrannten Backsteinplättchen lassen sich auch Stücken von zerschlagenem Granit in verschiedenen Farben zu dergleichen Mosaikplatten verwenden. Die Granitstückchen würden mit der flachen Seite in die Form gesetzt, mit Asphalt oder Steinkohlentheer verbunden, darauf die Platten umgekehrt und verlegt, einen unverwüstlichen Fußboden abgeben, da der Asphalt immer im Schatten wäre und da jeder Nässe widersteht.

Zwölfte Abtheilung.

Von dem Eindecken der Dächer.

§. 232.

Damit ein Gebäude gegen den Einfluß der Witterung geschützt sei, giebt man demselben ein Dach. Ein gutes Dach muß daher vollkommen dicht sein, damit kein Regen eindringen kann; dann soll es aber auch die nöthige Festigkeit gegen Sturm ꝛc. haben und von außen und innen gehörige Feuersicherheit gewähren.

Die Ziegeldächer, welche entweder vom Maurer oder vom Ziegeldachdecker besorgt werden, erfüllen die Bedingung der Feuersicherheit keineswegs, indem sie nur von außen das Flugfeuer abhalten; brennt aber ein Gebäude in der Nähe, so springen bei großer Hitze die Nasen der Dachsteine ab, die Dachsteine fallen von selbst herunter und stellen dadurch den innern Dachraum bloß.

Die Dachsteine kommen in verschiedenen Formen vor. Als Plattziegel (Biberschwanz, Flomstein), als Dachpfannen, Hohlsteine (Holstern) ꝛc. Damit die Dächer von Nässe, namentlich aber von Eis- und Schneewasser nicht leiden, so müssen sie eine gewisse Neigung erhalten. Man rechnet daher für ein leicht eingedecktes Ziegeldach mindestens die halbe Tiefe des Gebäudes als senkrechte Höhe des Daches. Bei gutem Material und sorgfältiger Eindeckung kann man jedoch auch ein Dritttheil der Breite des Hauses zur senkrechten Höhe des Daches nehmen. Und hat man, wie in Holland, gut glasirte Ziegel zu verwenden, so können solche Dächer auch mit $^1/_4$ oder $^1/_5$ der Breite des Hauses, zur senkrechten Höhe des Daches, eingedeckt werden. Die glasirten Steine haben ein gutes Aussehen, kosten etwa noch einmal so viel als die unglasirten und werden darum selten verwendet.

Ein Dach, welches nur eine geneigte Fläche hat, heißt ein Pult- oder Schleppdach. Ein Dach mit zwei gegen einander geneigten Flächen heißt ein Sattel- oder Giebeldach. Neigen sich aber alle 4 Flächen gegen einander, so heißt es ein ganzes Walmdach. Sind jedoch die Giebelmauern bis etwa zur Hälfte ihrer Höhe senkrecht aufgeführt und dann die 4 Dachflächen gegen einander geneigt, so wird ein solches Dach ein halbes Walmdach genannt.

Die Ziegeldächer pflegt man auf zweierlei Arten einzudecken: erstens auf gewöhnliche Weise, indem man die Dachsteine mit ihren Nasen bloß auf die Latten hängt, hierauf die untersten und obersten Schichten von außen und dann alle Schichten von innen mit Kalkmörtel verstreicht; oder sie werden böhmisch eingedeckt, d. h. die Dachsteine werden förmlich in Kalk eingemauert, so daß die Stoßfugen in Kalk liegen und die Steine auf den Stellen, wo sie einander überdecken, ebenfalls in Kalk gelegt werden. Die Steine werden hierzu sorgfältig ausgesucht, die Kanten an einander abgerieben, um ganz dichte Fugen zu erhalten. Die zwischen zwei Steinen befindliche Kalkfuge nennt man den Breitenstrich, und dafern auch das andere Ende eines jeden Steines in Kalk gelegt wird, Längenstrich. Die böhmische Dachdeckung ist der erstern Art bei weitem vorzuziehen, indem sie eine bei weitem längere Dauer gewährt. Die Ziegeldecker bedienen sich hierzu einer schmalen Kelle.

Bei gewöhnlichem Material und gewöhnlicher Arbeit rechnet man, daß ein Ziegeldach, außer den gewöhnlichen Reparaturen, alle 50 bis 60 Jahre einmal umgedeckt werden muß. Jedoch sieht man alte Kirchen, wo die Dächer sehr steil und von gutem starkem Material erbaut waren, daß dieselben 200 Jahre und länger gelegen haben, ohne einer vollständigen Umdeckung zu bedürfen.

Soll ein Ziegeldach dauerhaft werden, so muß jeder Dachstein den andern mindestens um 3 bis 4 Zoll weit überdecken, denn sonst würde, namentlich bei flacher Eindeckung, der Sturm den Regen und Schnee unter der Ueberdeckung hinauftreiben. Auch liegen die Dachsteine, je mehr sie einander überdecken, ungleich fester gegen den Sturm. Neue Dachsteine ziehen in dem ersten Winter viele Feuchtigkeit an, welche durch die feinen Poren der Steine durchtränfelt, späterhin aber, wenn sie sich nach der Sprache der Maurer vollgesogen haben, halten sie dicht gegen den Regen. Gegen Schneetreiben halten aber nur die böhmisch in Kalk gelegten Steine dicht. Je ebener eine Dachfläche ist, d. h. je weniger

Unterbrechungen durch Schornsteine, Dachfenster ꝛc. in einem Dache vorkommen, desto dichter kann es eingedeckt werden und desto länger widersteht es der Witterung.

Behufs der Gediegenheit eines guten Daches darf die Entfernnng der Dachsparren, von Mitte zu Mitte oder von Außenkante zu Außenkante gerechnet, 3 bis 4 Fuß nicht übersteigen. Quer über die Sparren werden die Dachlatten mit Lattnägeln auf jedem Sparren einmal genagelt. Wo man zwei Latten zusammenstoßen muß, geschieht der Stoß immer auf der Mitte des Sparrens, so daß jede Latte einen Nagel erhält.

Die oberste Latte muß allzeit so nahe wie möglich an der Firſt des Daches, gewöhnlich 2 Zoll von der Firſt abwärts, angenagelt werden, damit die Hohlsteine, welche man zur Eindeckung der Firſt verwendet, gehörig überdecken. Die untersten Steine pflegt man immer so zu legen, daß sie 5 Zoll mit ihrer untern Kante über das Dachgesims überreichen.

Man theilt die Dachlatten in schwache und starke. Die schwachen sind $1\frac{1}{2}$ Zoll hoch, $2\frac{1}{2}$ Zoll breit; die starken $1\frac{1}{2}$ Zoll hoch, 3 Zoll breit. Der starken Latten bedient man sich nur bei schwereren Dächern, oder wenn die Entfernung der Sparren von einander groß ist.

Die Latten werden mit ihrer breiten Seite nach oben aufgenagelt und das Eindecken wird immer mit der untersten Lattenreihe angefangen, und zwar in der Mitte derselben; man deckt dann nach beiden Enden zu; denn wollte man am Ende anfangen, so würde in der Mitte kein richtiger Schluß zu Stande kommen. Bei einem nach zwei Seiten geneigten Dache muß man immer beide Seiten zugleich eindenken, um durch gleichmäßige Belastung im Gleichgewicht zu bleiben, damit nicht ein Sparren mehr schiebe als der andere damit verbundene.

Ist der Maurer beim Eindecken so weit gekommen, daß er noch 4 bis 6 Dachplatten vom Giebel entfernt ist, so muß er die Schichten so einzutheilen suchen, daß die eine mit einem ganzen Dachziegel und die andere mit einem halben oder sogenannten Schnittlinge ausläuft. Die Schnittlinge ff Fig. 357 werden am besten mit einer Plattensäge, wie solche in Fig. 358 dargestellt ist, aus einem Ziegel gesägt, so daß der eine Schnittling die Nase der Platte erhält, der andere aber ohne Nase ist. Die Plattensäge besteht in einem bloßen Lattenstück, welches einen Ausschnitt ab erhält. In diesem Ausschnitt ist ein abgebrochener, etwas zugespitzter Nagel c eingeschlagen, so daß die Entfernung ac der Hälfte des Ziegels gleich ist. Mit diesem Holze wird auf dem Dachziegel hin und her

gefahren, so daß die Kante a des Ausschnitts an der Kante der Platte läuft und die Spitze c in die Platte greift, der einen Einschnitt verursacht. Ist der Einschnitt auf einer Seite des Dachziegels gemacht, so wird der Ziegel umgedreht und auf der andern Seite gemacht, da dann derselbe auf dem Knie des Maurers oder auf der Kante der Latte durch einen schwachen Schlag mit der Schneide des Platthammers in zwei gleiche Hälften zertheilt werden kann, wie solche in Fig. 359 dargestellt sind.

§. 233.

Eindeckung mit Biberschwänzen.

Die gewöhnlichen Dachsteine sind die sogenannten Biberschwänze (Plattsteine, Flomsteine, Ochsenzangen, Breitziegel, Flachwerksziegel). In Preußen sind sie vorschriftsmäßig 15 Zoll lang, 6 Zoll breit, $^1/_2$ Zoll stark. Sie sind an ihrem oberen Ende mit einer Nase versehen, womit sie auf die Dachlatten aufgehängt werden.

Das Eindecken mit Biberschwänzen geschieht auf dreierlei Art. Bei der ersten Eindeckung werden die Latten $7^1/_2$ bis 8 Zoll weit von Unterkante zu Unterkante aufgenagelt, auf jede Latte eine Reihe Ziegel gehängt und unter die Fugen der zusammenstoßenden Steine Spließen (Dachspäne) von 3 Zoll Breite, $^1/_8$ bis $^1/_4$ Zoll dick, von Eichen- oder gutem kernigen Kienholz gelegt. Ein solches Dach wird ein einfaches Dach, oder wegen der Anwendung von Spließen ein S p l i e ß d a c h genannt. Damit diese Spließen nicht verfaulen, wenn das Dach dicht bleiben soll: löse man in einem von Brettern dicht zusammengeschlagenen Kasten Cypervitriol (blauen Kupfervitriol) in Wasser auf, so zwar, daß man auf 1 Pfund Vitriol 16 Quart weiches Wasser nimmt. In diese Lauge lege man die Spließen, so daß sie überall naß sind, während 24 bis 48 Stunden, und lasse sie dann an einem schattigen Orte trocknen, bevor man sie auflegt. Bei 15 Zoll Länge der Biberschwänze überdecken sie sich bei $7^1/_2$ Zoll Lattung um die Hälfte, bei 8 Zoll etwas weniger als um die Hälfte. Dabei werden die Steine entweder nach Fig. 349 im Verbande gelegt, oder nach Fig. 350 so, daß die Fugen auf einander folgen. Fig. 351 zeigt den Durchschnitt einer solchen Dachfläche. Die Spließen müssen möglichst gerade sein und eine ebene Fläche haben. Die Seitenflächen der Dachsteine müssen gerade sein, damit sie eng aneinander schließen, sonst müssen sie zusammengerieben werden.

Auf der obersten und untersten Latte werden die Steine doppelt gelegt, wie aus der Zeichnung hervorgeht, so daß sie im Verbande liegen und die obersten Steine die untersten Fugen decken.

Fig. 349 zeigt die gewöhnliche Art der Eindeckung; dabei liegen die Steine so, daß die Mitte jedes nächstoberen Steines auf die Fuge der nächstunteren Schicht kommt. Hieraus entspringt aber der Uebelstand: das herunterfließende Wasser sammelt sich zu Tropfen an dem untersten Puncte der Abrundung der Dachsteine und fließt die darunter befindliche Fuge entlang, wodurch die Fugen ausgewaschen und die Dächer undicht werden. Man wird daher besser die Steine so im Verbande legen, daß sie, wie in Fig. 352, etwas aus der Mitte rücken, damit das Wasser, welches nach der punctirten Linie ab läuft, die Fugen nicht ausspülen kann.

Die zweite Eindeckung, welche Kronen- oder Ritterdach, wohl auch schwedisches Dach genannt wird, unterscheidet sich von dem Spließdache dadurch, daß die Latten um 4 bis 5 Zoll weniger als die ganze Länge des Ziegels, also bei einer Ziegellänge von 15 Zoll, 10 bis 11 Zoll und bei Ziegeln von 14 Zoll Länge 9 bis 10 Zoll weit von Unterkante zu Unterkante genagelt und auf diese Latten die Dachsteine in doppelten Reihen aufgehängt werden, wie solches aus dem Durchschnitt Fig. 353 und aus Fig. 354 zu ersehen ist. Bei 15 Zoll Länge der Dachsteine überdecken sie sich fast ganz. Die Spließen fallen weg.

Die dritte Art der Eindeckung ist das Doppeldach Fig. 355 und 356. Dieses unterscheidet sich von der vorigen dadurch, daß bei der doppelten Eindeckung die Latten um 2 Zoll weniger als die halbe Länge eines Dachsteines, also bei 15 Zoll langen Ziegeln etwa 5½ Zoll weit von Unterkante zu Unterkante genagelt werden. Auf die unterste und oberste Latte kommt, wie bei dem Spließdache, eine doppelte Schicht Steine, auf die übrigen Latten aber werden einzelne Schichten gelegt. Jeder Dachstein überdeckt dabei den dritten unteren noch um 4 Zoll und die Dachsteine liegen unter sich im Verbande. Die Spließen fallen hier ebenfalls weg, doch müssen die Dachsteine, wenn sie nicht böhmisch eingedeckt sind, gut verstrichen werden, wenn das Dach gehörig dicht sein soll.

Von diesen drei verschiedenen Arten der Dachdeckung ist das einfache Dach das wohlfeilste und leichteste, aber auch das am wenigsten dichte, und kann nur durch steile Neigung und böhmische Eindeckung gehörig dicht erhalten werden. Das Kronendach ist von allen das beste und bei Reparaturen am bequemsten zu behandeln, indem in diesem die Latten am

weitesten von einander entfernt liegen. Es ist aber schwerer und theurer als das Spließdach. Das Doppeldach erfordert ebenso viel Dachsteine als das Kronendach, außerdem aber mehr Latten und Lattnägel, und läßt sich der engern Lattung wegen nur schwer repariren. Sie stehen daher den Kronendächern nach. Kann man jedoch nach krummen Linien gebildete Sparren verwenden, wie bei den Bohlendächern, dann leistet ein Doppeldach bessere Dienste als ein Kronendach, weil die Dachsteine des Doppeldaches der engern Lattung wegen weniger klaffen als bei dem Kronendache.

Bei dem Eindecken der Dachfenster kann man gegen die Wange ab Fig. 360 und 361 auf jede Latte eine keilförmige Knagge x aufnageln, wodurch das Dach einen kleinen Abfall von dem Dachfenster erhält. Statt dessen kann aber auch an der inwendigen Seite des Dachfensters eine Latte auf die hohe Kante der Sparren genagelt werden, worauf das Dachfenster zu stehen kommt; auf diese Latte werden nun diejenigen Latten genagelt, auf welchen die Ziegel hängen, wodurch sie nach dem Dachfenster zu sich erhöhen; damit sie aber auf den von der Wange des Dachfensters folgenden Sparren aufliegen, erhalten sie einen Sägeschnitt auf ihre halbe Dicke, damit sie sich hinunterbiegen, oder werden besser durch etwas stärkere Nägel zum Biegen gezwungen. Alsdann wird nicht nur das Fach oder die Wange des Dachfensters zwischen die Sparren und Latten vollgemauert, sondern auch außerhalb neben den Sparren eine Latte unter die auf angegebene Weise erhöhten Latten untergenagelt und darauf eine ausgemauerte Kalkleiste gemacht, nächstdem aber die Dachziegel darüber weggedeckt und die sich ergebenden Schnittlinge gut in Kalk gelegt. Außerdem ist es noch von Vortheil, nächst der vorgedachten Erhöhung in die gemauerte Wange der Dachfenster eine Vertiefung von etwa 2 Zoll einzuhauen und die Dachziegel in diese einzuschieben, worauf dann alles mit Kalkleisten und Steinschiefern ausgemauert und gut verstrichen wird.

Fig. 361 zeigt die Deckung des Daches an der Wange desselben, sowie auch der obern Fläche des Dachfensters, an welchem bei z zu ersehen ist, daß, um die schräge Lage der Ziegel zu erhalten, unter die erste Reihe eine doppelte Latte genagelt werden muß. Fig. 362 stellt die Deckung unter der Sohle des Daches vor; bei a ist nämlich zu ersehen, daß die Sohlbank etwas ausgestemmt werden muß, damit eine Doppelreihe von Ziegeln untergeschoben werden kann. Da, wo die Ziegel an den Schornsteinen unten ansitzen, sollen ebenfalls Vertiefungen in das Gemäuer

gehauen werden, um wie unter die Sohle des Dachfensters auch hier eine Doppelschicht anlegen zu können, die alsdann gut vermauert wird; dasselbe geschieht auch an den Seiten des Kamins.

Geht ein Schornstein in der Mitte des Daches herauf, so daß das Dach hinter demselben einen Anken bildet, so kann derselbe gut mit Hohlziegeln, die sich nach einer Seite hinneigen, gleich einer Dachrinne ausgemauert werden, um die Steine in dieselbe einlaufen zu lassen.

§. 234.

Wenn ein Dach mit Kupfer, schwarzem oder weißem Blech gedeckt werden soll, so wird dasselbe vorerst mit zusammengefügten Brettern beschalt, dann werden die Kupfertafeln oder Bleche zu langen Streifen, welche auf der Dachfläche von oben nach unten reichen, zusammengefalzt und ebenso auch der Quere nach mit einander verbunden. Bei dem Decken der Dächer mit Kupfer, Messing, Blei sind diese Falze gegen die mit Weißblech verschieden.

Bei einer Bedachung mit Weißblech sind sämmtliche Falze nach Fig. 363 anzufertigen; in dieser Figur stellt der schwarze Streifen das obere und der weiße das untere Blech vor; der Streifen mit dem Nagel a aber stellt das sogenannte Heftblech vor, welches ein schmaler länglicher Streifen von Blech und dazu bestimmt ist, die zusammengefalzten Tafeln auf die Verschalung des Daches aufheften oder mit Nägeln befestigen zu können, wie solche in Fig. 363 und 364 bei a zu ersehen ist. Zwischen zwei Tafeln ist immer nur ein Heftblech nöthig. Nach diesem und sobald die horizontallaufenden Falze bb Fig. 364, bevor das Blech auf das Dach gebracht wird, zusammengefalzt, die herauflaufenden cc aber auf das Dach gefalzt sind, so werden diese Falze herunter und fest zusammengeschlagen und noch mit Zinn verlöthet. Wird aber das Dach mit Kupfer, Schwarzblech, Blei oder Zink gedeckt, so bleiben die Falze in verticaler Richtung nach Fig. 365 stehen, wo a gleichfalls das Heftblech bezeichnet.

§. 235.

Sollen Dächer mit Schiefer bedeckt werden, so pflegt man dieselben ebenfalls mit Brettern zu verschalen, zuweilen aber auch nur zu latten. Der Schieferdecker bearbeitet mit seinem Klammerhaken oder Schieferhaken, der mit einem scharfen Rücken versehen und in einer Bank eingeschlagen ist, vermittelst des Schieferhammers die Schiefer, indem er sie schuppen-

förmig behaut; die obere Seite, gegen welche zu das Schieferstück angenagelt wird, heißt die Brust oder der Kopf, der untere Theil aber, der auf dem Dache sichtbar wird, die Bahn, der Riß oder der Fuß des Schiefers. Die Steine sind von verschiedener Größe und heißen Dachsteine. Die größten haben eine Höhe von 16 bis 18 Zoll und nehmen bis auf 5 Zoll ab. Das Decken mit Schiefer ist Sache des Schieferdeckers.

Bei dem Eindecken sitzt der Schieferdecker auf einer Art von Sessel, der mittelst eines Hakens an einem Seile befestigt ist, welches derselbe verlängern und verkürzen kann, um sich höher oder niedriger zu begeben. Neben dem Arbeiter liegen die Schieferstücke und vor ihm hängt der Nagelkasten. Das Decken beginnt mit Legung der Fußschichten, dann geht das Decken in schräger Richtung fort, damit zwischen den Steinen ein gehöriger Verband hergestellt werde. Jeder Schiefer wird mit zwei, und wenn er groß ist, auch wohl mit drei Schiefernägeln auf die Verschalung aufgenagelt. Während des Deckens bringt der Schieferdecker in gewissen Entfernungen von einander Haken an, um bei erforderlichen Reparaturen Leitern anhängen zu können. Die First, Grade und Kehlen werden mit Kupfer, Blech oder Blei ꝛc. ausgedeckt.

Dreizehnte Abtheilung.

Von dem Verputze und Schlieren der Wände.

§. 236.

Die Mauern und Wände pflegt man gewöhnlich mit Kalkspeise, auch mit Gyps und bei Feuerungen wohl auch mit Lehm zu überziehen. Dieser Ueberzug (Bewurf, Abputz, Verputz 2c.) dient theils zum Schutz des Mauerwerks gegen den zerstörenden Einfluß des Wassers, der Luft, des Feuers 2c., theils auch zur Verschönerung. Die Holländer putzen in der Regel ihre Backsteinmauern nicht ab. Sie streichen die Fugen eben aus, halten diese weiß, in zierlichen Gestaltungen, selbst für Zierde und die Backsteine dauern in der Luft, weil sie gut sind. Mauern von Feld- und dauernden Bruchsteinen werden selbst bei Häusern von außen oft nicht abgeputzt. Die weißen abstechenden Kalkfugen sollten dabei aber doch der Grundfarbe der Steine gleich abgefärbt werden. Durch eine Beimischung von Kohle oder Ziegelmehl kann man dabei eine bläuliche oder röthliche Färbung bewirken. Sockel sollten eigentlich nie abgeputzt werden, weil dieses nie von Dauer ist; Sandsteinquadern und andere regelmäßig behauene Steine wird man von außen nie verputzen, weil man da das Schönere verstecken würde.

Ein rauher Anwurf, der nur mit der Kelle geebnet wird, heißt ein Spritzwurf (Rappuz, rauher oder gestippter Putz, Rauchwerk); das Verfahren aber heißt berappen (rauhwerken). Wird aber der Anwurf mit dem Reibebrette glatt und eben gerieben, so heißt dieser oder ein zweiter oder auch ein dritter darüber das Tünchen (Putzen, Bewerfen, Filzen, Abputzen, Abfilzen, Abscheiben).

Der Mauerabputz besteht gewöhnlich aus einem mäßig dünnen Mörtelbrei, wie er zum Mauern selbst verwendet wird. Damit nun dieser auf

der Mauerfläche genügend hafte, müssen bei dem Vermauern die Fugen der Mauersteine nach außen hin einen Zoll tief ohne Mörtel belassen werden. Der Abputz darf aber nicht zu dick sein, weil er sonst leicht abfällt; überhaupt ist es überflüssig, ihn stärker als $^3/_4$ Zoll zu machen. Die abzuputzende Mauer muß vor dem Bewurf mit einem stumpfen Besen gehörig abgestäubt und dann mit dem Maurerpinsel angenäßt werden, weil sonst der Putz nicht anzieht.

Bei dem glatten Putz wird erst ein schwacher Anwurf gemacht und wenn dieser so weit trocken ist, daß er kleine Risse bekommt, wird der zweite und zuweilen noch ein dritter schwacher und feiner Bewurf gemacht. Der Mörtel darf hierzu weder zu fett noch zu mager und weder zu dünn noch zu dick sein. Denn ist er zu fett, so reißt er; ist er zu mager, so fällt er ab; ist er zu dünn, so fließt er bei der Arbeit; ist er zu dick, so läßt er sich nicht verarbeiten.

Soll eine Wand glatt abgeputzt werden, so wird sie erst mit einem dünnen sogenannten Schlenzwurf überzogen, dann werden von oben herab etwa 6 Zoll breite Streifen in 3 Fuß Entfernung von einander geputzt und dann die Zwischenfelder beworfen und mit langen Brettern, die von einem solchen Streifen bis zum andern reichen, abgerieben und geebnet. Nachdem dann der Bewurf so weit getrocknet ist, daß er kleine Risse hat, wird mit dem kleinen Reibebrett alles abgerieben.

An den Kanten der Wände pflegt man Latten zu befestigen, um sie in erforderlicher Schärfe zu erhalten. Jede der beiden Ecklatten wird etwa 6 Zoll weit von der Mauerecke entfernt befestigt.

Der Rappputz ist jederzeit dauerhafter als der glatte Putz; denn durch das viele Reiben bei dem letztern wird derselbe schnell trocken und löst sich dann hinten an der Mauer ab. Aus diesem Grunde ist es bei glattem Putze besser, mehrere schwache Lagen, etwa 2 oder 3, auf einander zu tragen und die nächstobere nicht eher anzufangen, als bis die nächstuntere trocken ist. Der erste Auftrag geschieht dann bloß mit der Kelle und der Abputz bleibt rauh. Sobald er genügend ausgetrocknet ist, wird der zweite Ueberzug glatt darauf gemacht. Sind aber drei Ueberzüge aufzutragen, so macht man die beiden ersten rauh, den obersten aber glatt. Diese Glättung der obersten oder letzten Lage geschieht mit dem Rücken der Kelle. Die noch bleibenden Unebenheiten werden dann mit dem Reibebrett vollständig geebnet, indem man dabei die Wand mit dem Pinsel

annäßt. Nachdem dann die Wand trocken ist, wird sie mit Kalkweiße geweißt.

Um vorstehende Gliederungen oder Gesimse zu putzen, die höchstens nur $1\frac{1}{2}$ Zoll vorstehen, so wird der Putz nach und nach so dick angetragen, als die vorspringenden Glieder werden sollen; dann zieht man mit einem Brettchen, in welches die Gestalt der Glieder eingeschnitten ist, so lange an denselben hin, bis ihr Umriß scharf und ihre Oberfläche glatt erscheint. Ein solches mit eingeschnittenen Gliedern versehenes Brettchen nennt man eine Chablone. Kleine Unebenheiten werden, wenn der Mörtel angezogen hat, mit einer kleinen Kelle nachgeputzt. Dasselbe geschieht auch bei denjenigen Puncten der Gliederungen, welche Ecken und Winkel bilden, wobei man sich der Chablone nicht wohl bedienen kann.

Um kreisrunde Gliederungen zu ziehen, wird die Chablone im Mittelpuncte des zugehörigen Kreises so befestigt, daß sie im Kreise herumbewegt werden kann, wo man dann auf die eben beschriebene Weise verfährt. Springen dagegen die Glieder so weit vor, daß die zu ihrer Bildung angetragene Mörtelmasse sich nicht allein zu halten vermöchte, so ist man genöthigt, die Gesimse wie in Fig. 366 bei B vorzumauern, dann den Putz an dieselbe anzutragen und zuletzt mit der Chablone C dieselben zu ziehen.

Die Chablonen, wenn sie bloß in Bretter eingeschnitten werden, nutzen sich leicht ab; man pflegt daher den ganzen Umriß der Gliederungen mit einem an die Chablone genagelten verzinnten Eisenblechstreifen auszufüttern.

Bei dem Ziehen der Gliederungen muß man sich vorsehen, daß nicht Stücke Mörtel aus den Gliedern gerissen oder die Glieder selbst schief und krumm gezogen werden. — Mauert man die Gesimse in Mauersteinen vor, so werden die Steine nach dem Vorsprunge der Glieder (nach der Ausladung) nur in geraden Linien vorgehauen, da der Mörtelabputz erst ihre geschweifte Gestalt erhält.

§. 237.

Putz auf Mauersteine. Die Mauersteine kommen in verschiedener Güte vor und es kann daher der Fall sein, daß die äußern eines Abputzes bedürfen oder nicht. Es giebt Gebäude des Mittelalters, die sich bei gut gebrannten Mauersteinen mehrere Jahrhunderte lang ohne Abputz gehalten haben. Verwendet man demnach gute Mauersteine, so hat man nicht

nothwendig, an Wohngebäuden einen Abputz anzubringen. In diesem Falle hat man nur nothwendig, in die offen gelassenen Steinfugen einen festen Mörtel so einzustreichen, daß die Fuge sauber hervortritt. Diese Schärfe der Kalkfuge wird leicht dadurch erreicht, daß man sich eines Eisens bedient, welches unten eine rechtwinkelige Kante hat, womit man die Fugen ausstreicht. Gewöhnlich fugt man mit solchem Kalk, wie er zum Mauern genommen wird, nur daß man etwas feineren Sand dazu nimmt; sollen aber die Fugen recht dauerhaft werden, so setzt man dem Sande $^1/_3$ oder die Hälfte Ziegelmehl zu. Die Fugen erhalten dann ein hellrothes Aussehen. Mischt man dagegen den gewöhnlichen Kalk statt des Sandes mit Steinkohlenmehl, so erhält man ebenfalls einen festen Fugenmörtel; die Fugen erscheinen dann schwärzlich und das Gemäuer erhält davon das Ansehen von hohem Alter.

Sind die Ziegelsteine nicht gut genug, um sie ohne Bewurf lassen zu können, so bedient man sich eines gewöhnlichen Kalkmörtels, dem man einen um so feineren Sand zusetzt, je glatter und fester der Putz werden soll. Sollen die Kanten und Ecken, welche die Stubenwände mit der Decke machen, als Hohlkehlen geputzt werden, so legt man in dieselben Rohr- oder Strohwürste, nagelt sie mit langen Nägeln fest und giebt ihnen beim Abputz mittelst einer Chablone die verlangte Gestalt.

Will man den Kalkputz an Wetterseiten 2c. vorzüglich haltbar machen, so setzt man dem Kalkmörtel etwa $^1/_4$ bis $^1/_3$ seiner Masse Ziegelmehl statt des Sandes zu, wodurch der Mörtel hydraulisch wird und die besten Dienste leistet.

Die Anwendung hydraulischer Mörtel kann überhaupt erst nach vollständiger Austrocknung des Mauerwerks erfolgen, weil sonst alle darin befindliche Näsſe darin verschlossen bleibt. In Hamburg pflegt man die Häuser sehr oft mit einer Mischung von Sand, Kalk und Theer abzuputzen.

§. 238.

Putz auf Lehmsteine. Lehm und Kalk gehen mit einander keine innige Verbindung ein und deshalb wird ein Kalkputz auf Lehmsteinen nie gehörig haften, sondern bald abfallen. Durch folgende Mittel ist er jedoch haltbar zu machen.

Erstens, man vermauere die Lehmsteine mit hohlen nicht zu kleinen Fugen, damit der Kalk durch das Anwerfen sich in den Fugen festsetze

und somit auch den Abputz auf äußern Flächen der Mauern festhalte. Außerdem müssen wenigstens die vordersten Lehmsteine so zubereitet werden, daß ihre Oberfläche sich leichter mit dem Kalke verbindet. Zu diesem Behuf mischt man bei dem Streichen der Lehmsteine Flachsseven hinein, wodurch sie eine rauhere Oberfläche erhalten und der Kalk besser darauf haftet. Oder man bestreut die Lehmsteine, wenn sie gestrichen werden, mit scharfem Sande.

Von Vortheil in dieser Beziehung ist es, wenn man die vorn zu liegen kommenden Lehmsteine aus scharfem Sande, Lehm und etwa $^1/_8$ der Masse gelöschten Kalkes bereitet. Wenn aber die Ziegelstreicher solche Steine in die Form schlagen, so leiden ihre Hände durch den beigemischten Kalk und deshalb gehen sie nicht gern an diese Arbeit.

Oder man theert die ganze Mauer, bevor man sie abputzt, so verbindet sich der Theer mit dem Lehm und der Kalk mit dem Theer.

Sämmtliche angeführte Mittel erfüllen aber immer nur dann ihren Zweck, wenn solche Gebäude nicht mehr als ein Stockwerk hoch und durch weit vorspringende Dächer gegen Schlagregen hinlänglich gesichert sind.

Sollen Lehmsteinmauern nicht mit einem förmlichen Abputz versehen, sondern nur haltbar abgeweißt werden, so können sie vorerst mit Steinkohlentheer angestrichen werden, oder man kann die Mauern mit einer dünnen Schlempe von Kuhmist mittelst eines Mauerpinsels bei warmem trocknem hellem Wetter bestreichen, diesen Anstrich gut trocknen lassen und nach Verlauf von etwa drei Tagen die Kalkweiße auftragen. Was hier von dem Abputz auf Lehmsteine gesagt wurde, gilt auch von den gerammten Steinen.

Ein dauernder Abputz auf Mauern von gestampfter Erde (Pisé) ist leider noch nicht erfunden worden. Ein (jedoch unzuverlässiges) Mittel, den Kalkputz auf Pisé haltbar zu machen, ist, daß man Mauersteinstückchen in die noch weiche Masse dicht neben einander eindrückt, woran sich Abputz hält.

Gewöhnlicher ist es, die bereits halbtrockne Masse der Mauer mit einem rauhen und stumpfen Besen dergestalt zu stoßen, daß eine gehörig rauhe Oberfläche mit vielen kleinen Löchern entsteht. Sodann mischt man einen Mörtel von schwachem Sande und halb Lehm, halb Kalk, und damit macht man einen scharfen Rappputz auf die Lehmmauer. Ist dieser Bewurf trocken, so macht man noch einen zweiten Rappputz von gewöhn-

lichem Kalkmörtel, der unter übrigens günstigen Umständen gewöhnlich brauchbar ist.

Gestampfte Mauern von Kalk und Sand wie auch Mauern von Gußwerk bedürfen, da sie nach der Erhärtung an sich schon steinartig sind, entweder gar keines Abputzes, oder doch nur eines sehr dünnen. Dergleichen Mauern lassen sich darum auf gewöhnliche Art weißen und färben.

Auf Granit, Bruchstein ꝛc. ist es überflüssig, einen Abputz anzubringen, weil diese Steinarten, wenn sie fester Art sind, der Witterung schon selbst genügend widerstehen. Bei kleinem Gestein dieser Art pflegt man jedoch schon des bessern Aussehens wegen einen Abputz daran anzubringen, weil dann die Fugen nicht weit von einander entfernt sind und darum den Bewurf festhalten helfen.

Bei dem Abputz auf Holzwerk muß zuerst eine Zurichtung getroffen werden, daß der Abputz daran haften kann. Bei Decken pflegt man die dazu zu verwendenden Latten mit Einschnitten zu versehen, in welche sich der Kalkmörtel einsetzen und einklammern kann. Diese Arbeit, die Latten mit Einschnitten zu versehen, heißt das Picken derselben. Die Latten werden zu diesem Behuf dergestalt angenagelt, daß zwischen je zweien immer ein Zwischenraum von etwa $^1/_2$ Zoll bleibt, da dann auch die obere Seite der Decke mit Strohmörtel dergestalt überlegt wird, daß sich Stroh- und Mörteltheile zwischen die Fugen der Latten setzen und sich mit dem untern angeworfenen Mörtel zu einer Masse verbinden.

Besser als dieser ist der Rohrputz. Man befestigt nämlich Rohrstengel von etwa $^3/_8$ Zoll Durchmesser mittelst übergespannten Drahtes mit Rohrnägeln an das Holzwerk, wodurch zwischen den Rohrstengeln Zwischenräume entstehen, welche nach hinten zu weiter, nach vorn aber enger sind. Wenn nun der Mörtel beim Bewurf in diese Zwischenräume eindringt und trocknet, so kann er nicht wieder heraus- und abfallen. Anstatt der Rohrstengel bedient man sich in manchen Gegenden der sogenannten Spriegel, welches dünne Ruthen von Haselnußsträuchern, Weiden oder Erlenholz und dergl. sind. In allen Fällen ist es gut, dem Mörtel durch Beimischung von Kälberhaaren mehr Zusammenhang und Haltung zu geben.

Bei dem Rohrputz wird das Rohr in Halmenbreite von einander, mit Abwechselung der Spitzen und Stammenden, gleich dick und eben an dem Holzwerk ausgebreitet und dann mit ausgeglühtem Draht entweder einfach querüber, oder bei großen Flächen besser doppelt im Zickzack belegt

und dadurch befestigt, daß dieser Draht alle 6 bis 8 Zoll weit, im Eck eines jeden Zickzacks und noch einmal in der Mitte, allemal mit einem oder zwei Rohrstengeln festgemacht wird.

Auf Stiel- und Riegelwerk werden die Rohrstengel so lang geschnitten, als die Holzstücke breit sind; dann klebt man sie mit etwas Kalk an das Stiel- und Riegelwerk dergestalt an, daß die Rohrstengel mit ihren Enden rechtwinkelig auf der Länge der Hölzer stehen, und dann wird das Rohr durch drei Drahtzüge, auf jede 4 Zoll einen Nagel gerechnet, befestigt.

Bei Decken mit ausgelehmten Fachen berohrt man entweder die Balken allein, oder besser die ganze Deckenfläche. Nachdem das Rohr gehörig ausgebreitet ist, wird es längs des Balkens mit zwei, besser aber mit drei Rohrzügen, längs des Faches jedoch mit 3 bis 4 Drahtzügen befestigt. Die Drähte erhalten auf den Balken alle 4 Zoll einen Rohrnagel, auf den Fachen aber alle 5 Zoll, höchstens alle 6 Zoll einen Lattnagel, der bis in das Stakholz reicht. Decken, welche unten mit Brettern verschalt sind, wie auch Bretterwände werden ebenso berohrt. Die Drahtzüge quer über das Rohr kommen 4 bis 6 Zoll und die Rohrnägel 4 Zoll von einander zu stehen. Um das Aufreißen des Abputzes der Decken und Bretterwände bei ihrem Zusammentrocknen einigermaßen zu mildern, werden zur Verschalung nach der Länge aufgeschnittene Bretter genommen.

Bei Decken mit vieler Stuckaturarbeit ist eine doppelte Berohrung erforderlich. Hierbei wird die zweite Berohrung auf gleiche Weise quer über die erste jede besonders berohrt aufgenagelt. Die Nägel der zweiten Berohrung sind dann ½ Zoll lang. Diese Berohrung ist aber nur im Innern haltbar.

Will man auf Fachwerk oder auf Bretterwände im Aeußern einen haltbaren Abputz erlangen, so dient der Putz auf schwalbenschwanzförmige Leisten, wobei man folgendes Verfahren befolgt:

¾ Zoll starke Bretter werden nach der Länge in Streifen oder dünne Leisten geschnitten und dergestalt abgehobelt, daß sie nach unten schmäler als oben sind. Dieselben bleiben oben 1 Zoll, hingegen unten nur ½ Zoll breit. Diese Latten werden mit 2 Zoll langen Nägeln an das Stiel- und Riegelwerk dergestalt angenagelt, daß sie mit der schmalen Seite an das Holz, mit der breiten Seite aber nach der Straße stehen. Die Entfernung der einzelnen Latten von Mitte zu Mitte oder von Unterkante zu Unterkante beträgt nicht über 6 Zoll. Außerdem werden die Latten parallel mit dem

Fußboden (horizontal) aufgenagelt. Dann wird der Bewurf am besten in zwei Lagen so hoch aufgetragen, daß er $^1/_2$ Zoll hoch vor der äußern Lattenfläche vorsteht und im Ganzen $1^1/_4$ Zoll dick wird.

Einen jedem Wetter widerstehenden Putz erhält man, indem man statt des Sandes Ziegelmehl zum Kalk nimmt. Oder man nimmt 24 Theile frisch gebranntes Gypsmehl, 8 Theile pulverisirten ungelöschten Kalk, 11 Theile pulverisirte und gesiebte Steinkohle und 11 Theile (weiches) Wasser. Alles nach Körpermaß bestimmt. Von dieser Masse wird in einer Kalkbank nicht mehr eingerührt, als auf einmal verbraucht werden soll, weil sie schnell trocknet und fest wie Stein wird. Diese Masse, mit Oelfarbe angestrichen, widersteht jeder Witterung, selbst auf der Wetterseite.

§. 238.

Anstriche der Mauerflächen und Holzwände.

Ist der Abputz einer Mauer trocken geworden, so wird er mit einem dünnen Kalkwasser vermittelst des Maurerpinsels angestrichen; man nennt dies das Schlemmen der Mauer. Hiervon wird aber der Farbenton noch nicht gleichmäßig genug und somit überstreicht man die geschlemmte Wand abermals mit Kalkwasser, wozu aber zur Erzielung eines bessern Ansehens möglichst weißer Kalk verwendet werden muß. Da aber die meiste Kalkweiße mit der Zeit gelb wird, so mischt man etwas Lackmus darunter, um ihr einen bläulichen Ton zu geben, der sie länger weißscheinend erhält. Alte schmutzige Wände muß man jedoch dreimal und auch noch öfter weißen. Die Kalkweiße, von Zeit zu Zeit angewendet, tödtet alles Ungeziefer, welches sich in und an den Wänden aufhält; alle Verzierungen aber werden leider davon verschmiert, ihre Formen unkenntlich gemacht und sie ist für das Auge eine widerlich blendende Farbe.

Bekommt das Aeußere eines Gebäudes einen farbigen Anstrich, so wird der Farbestoff in die Kalkweiße gethan, so lange umgerührt, bis die Farbe gleichmäßig aufgelös't ist, und dann wird der Anstrich aufgetragen. Man thut in diesem Falle immer besser, die Mauer zwar zu schlemmen, aber nicht zu weißen. Denn die Kalkweiße bildet eine dünne Kruste, welche leicht abfällt und abgestoßen werden kann, wobei natürlich die Färbung mit herabfällt. Will man aber die Wände mit Leimfarbe malen, so soll man weder schlemmen noch weißen, sondern den Abputz mit Milch oder mit einer Auflösung von schwarzer Seife, oder auch mit Alaunwasser überziehen.

Will man eine Wand färben, an welcher der Abputz erst ausgebessert werden müßte, so hat man diese Ausbesserung mit Lehm vorzunehmen, weil der Kalk, wenn er nicht die nöthige Zeit zum Trocknen gehabt hat, die bunten Farben ausbleicht, wodurch häßliche Flecken im Anstrich entstehen. Der Lehm aber besitzt keine ätzende Kraft und thut dies darum nicht.

Sollten alte mehrmals geweißte Wände neu gemalt werden, so muß man erst die alte Weißekruste mit Sandsteinstücken abreiben, dann die Wand mit Milch, schwarzer Seife oder Alaunwasser schlemmen und dann erst darauf malen.

Zum Häuseranstrich bedient man sich mehrentheils der Erdfarben als der beständigsten und wohlfeilsten, desgleichen auch der Mineralfarben. Dahin gehört:

Ein graugrünlicher Steinfarbenanstrich, aus 7$^1/_2$ Maßtheilen gelöschten Kalkes, 1 Maßtheil Kohlenschwärze von Faulbaumholz aus der Pulvermühle, 1$^1/_2$ Maßtheil Umbra, 1$^3/_4$ Maßtheil gelbe Erde.

Einen angenehmen gelblichröthlichen Anstrich giebt folgende Mischung: Zu 12 Kubikfuß gelöschten Kalkes nimmt man 3 Pfd. frankfurter Schwarz, 9 Pfd. hellen Ocker, 8 Pfd. Umbra, 1 Pfd. englisch Roth.

Die Farbenstoffe sind zwei Tage vor dem Beimischen zum Kalkwasser einzuweichen, indem sich dadurch alles gleichmäßiger auflös't, als wenn die rohen Farben sogleich damit angemengt werden.

Sollen Putzstellen geweißt oder angestrichen werden, welche von Schornsteinruß oder von Rauch geschwärzt sind, so rühre man Kienruß in etwas Kornbranntwein ein, mische dies mit dickgelöschtem Kalk und dann mit Wasser, in welchem etwas Alaun aufgelös't worden, so daß es die als Anstrich erforderliche dünne Consistenz erhält. Mit diesem Gemisch überstreicht man solche Stellen oder Wände das erstemal schwarzgrau, das zweitemal etwas lichter, worauf dann der weiße Grund oder jede beliebige Farbe aufgetragen werden kann, wobei jedoch die Vorsicht anzuwenden ist, daß die ersten Anstriche völlig ausgetrocknet sind.

Um Lehmwände farbig auzustreichen, putzt man sie mit Lehm ab; auf einer solchen Lehmwand, wenn sie zuvor mit Kreideleimfarbe grundirt worden ist, stehen dann die Farben klar und schön, ohne sich zu verändern.

Die gewöhnlich vorkommenden Farbenstoffe sind:

Weiß. Kreide, Kremnitzerweiß, Bleiweiß, Schieferweiß.

Schwarz. Kienruß, Frankfurterschwarz, Rebenschwarz.

Braun. Mittel und dunkler Ocker, kölnische Erde, gebrannte grüne Erde.

Roth. Englischroth, Bolus, Todtenkopf (caput mortuum).

Gelb. Heller Ocker, Schüttgelb, Neapelgelb.

Blau. Schmalte, Indigo, blaues Lackmus, Bremerblau, blaue Eisenerde.

Grün. Grüne Erde, pariser Grün, alle Mischungen aus blau und gelb.

Anstriche mit Oelfarbe werden vom Maler besorgt, in welchem Falle die Mauer weder geschlemmt noch geweißt werden darf, sondern der Maler grundirt den glatten Abputz selbst mit Oelfirniß und Kreide.

Bei dem Anstrich auf Holz steht der Oelanstrich oben an.

Die gewöhnlichste aber auch schlechteste Art, das Holzwerk anzustreichen, ist, wenn man das Holz gleichzeitig mit den Wänden schlemmt und weißt.

Einen bessern Anstrich giebt Holztheer oder auch Steinkohlentheer; doch muß ein solcher Anstrich mindestens alle zwei Jahre und, im Falle er der Einwirkung der Sonne sehr ausgesetzt ist, alle Jahre wiederholt werden.

Einen andern ziemlich dauerhaften Anstrich auf Holz erhält man durch eine Mischung von 10 Pfund Schlemmkreide, 5 Quart Milch, $1\frac{1}{2}$ Pfd. frisch gelöschten Kalk, 1 Pfd. reines Leinöl.

Schwedisches Roth liefert einen noch festeren Anstrich. Die Art der Zubereitung ist folgende:

Zu 60 Quart Wasser gehören 3 Pfd. Harz, 4 Pfd. Vitriol, 12 Pfd. feines Roggenmehl, 18 Pfd. Braunroth (Bolus), 5 Quart Leinöl. Nachdem diese Masse mit einander gut gemengt und wenigstens zwei Stunden lang tüchtig mit einander gekocht worden, wird das Holzwerk, wenn der Anstrich gut schützen soll, gewöhnlich zweimal überstrichen, sonst aber nur einmal. Hat man altes sehr trocknes Holz anzustreichen, so geschieht der Anstrich zweimal, indem tockness Holz die Farbe sehr anzieht.

Vierzehnte Abtheilung.

Von den Abtritten und einigen Heizungsanlagen.

Von den Abtritten.

§. 239.

Die heimlichen Gemächer oder Abtritte haben zum Zweck, die menschlichen Ausleerungen ohne unangenehmen, der Gesundheit nachtheiligen Geruch, ohne Erkältung der entblößten Körpertheile und ohne Ekelerregung aus dem Hause zu schaffen; sie müssen daher genügenden Raum, mildes Licht und keinen Luftzug haben, doch aber leicht gelüftet werden können. Diesen Bedingungen zu genügen, müssen Thüren und Fenster gut schließen und letztere geöffnet werden können. Man suche die Abtritte wo möglich immer nach Mitternacht, in den hinteren Theil der Gebäude in passende Winkel, aber nicht zu entfernt von den Zimmern anzulegen.

Die Theile eines Abtrittes sind a) der Sitz, b) die Schlotte. Hierzu kommt gewöhnlich noch c) eine Grube oder ein Canal (Kloak), bisweilen auch d) eine Stankröhre.

a) Der Sitz. Hierbei kommt es besonders auf Bequemlichkeit an. Die Länge desselben nach der Breite des Abtrittes sei wie diese 3 Fuß rheinl. Der obere Deckel des Sitzes mit der kreisrunden Oeffnung heißt die Brille. Diese Oeffnung kann 10 bis 12 Zoll im Durchmesser halten. Vorn am Sitz bekommt sie noch einen halbkreisförmigen Ausschnitt von etwa 1½ Zoll Durchmesser. Sie wird am besten so angebracht, daß ihr Mittelpunct in die Axe fällt.

Die Bequemlichkeit im Sitzen ist abhängig:

1) von der Breite des Sitzes; 2) von dessen Höhe; 3) von der Entfernung des halbkreisförmigen kleinen Ausschnittes von der Kante des

Sitzes, d. h. von der Breite vor dem Brillenloche. Je niedriger nämlich der Sitz ist, desto breiter muß er werden und desto breiter muß auch jene Entfernung des halbkreisförmigen Ausschnittes von der Kante des Sitzes werden.

Aus Erfahrung bestimmt Prof. Leger die größte Sitzhöhe zu 18 Zoll und die zugehörige Sitzbreite zu 12 Zoll, die Breite von der Kante bis zum Brillenloche zu 1 Zoll. Für die geringste Sitzhöhe bestimmt er 9 Zoll, die dazu gehörige Sitzbreite setzt er gleich 24 Zoll und die Breite von der Sitzkante bis zum Brillenloche nimmt er gleich 10 Zoll an.

Leger giebt dann für die Construction der Abtritte noch folgende Tafel, wobei rheinl. Maß vorausgesetzt ist.

Tiefe des Sitzes:	Höhe des Sitzes:	Abstand des Einschnittes von der Sitzkante:	Tiefe des Abtrittes:
12″	18″	1″	36″
13″ 4‴	17″	2″	37″ 4‴
14″ 8‴	16″	3″	38″ 8‴
16″	15″	4″	40″
17″ 4‴	14″	5″	41″ 4‴
18″ 8‴	13″	6″	42″ 8‴
20″	12″	7″	44″
21″ 4‴	11″	8″	45″ 4‴
22″ 8‴	10″	9″	46″ 8‴
24″	9″	10″	48″

Die Brille kann durch einen passenden, unten etwa mit einer Bleischeibe beschwerten, übrigens gepolsterten Deckel geschlossen werden und es sind mechanische Vorrichtungen möglich, wodurch der Deckel beim Weggehen sich von selbst schließen muß.

§. 240.

b) Die Schlotte (Abfallröhre). Ihre Erfordernisse sind:

1) hinlängliche Weite, damit der Unrath sich nicht so leicht ansetzen kann;

2) Glätte der innern Wände aus demselben Grunde;

3) senkrechte Stellung aus demselben Grunde. Da aber der Unrath aus dem Gebäude hinaus muß und die Schlotte nie gerade über einer Abtrittsgrube sein darf, so ist unten eine schiefe Fläche (Abschuß) von harten Steinplatten erforderlich. Die untere Oeffnung der Schlotte geht

entweder in fließendes Wasser unterhalb seiner Oberfläche, oder in eine Grube oder auch in einen ebenfalls unter der Erdoberfläche befindlichen Canal. Da aber, wo ein Rohr eines unteren Stockwerkes in das Rohr eines oberen Stockwerkes schräg geführt werden muß, nehme man eine krumme Linie und zwar so tief unter der Brille, als es die Umstände zulassen;

4) Dauerhaftigkeit, um öftere sowohl unangenehme als kostspielige Ausbesserungen zu vermeiden, und Dichtigkeit, damit nicht durchdringende scharfe Feuchtigkeit das Mauerwerk, in welchem die Röhre liegt, ergreife.

Man verfertigt die Schlotten:

1) viereckig, aus eichenen Bohlen dicht zusammengesetzt. Um sie dicht zu machen, werden sie in den Ecken, wo die Bohlen zusammenstoßen, kalfatert, oder auch wohl mit Blech beschlagen, und hierauf getheert und ausgepicht. Am besten ist es, sie in einem Schachte des Mauerwerks, der weiter ist als sie, so aufzuhängen und zu befestigen, daß dazwischen noch ein leerer Raum bleibt. Die Befestigung geschieht durch eiserne Schienen, die heiß mit Pech bestrichen und übertheert dergestalt abwärts gebogen werden, daß durchdringende Feuchtigkeit sie nicht angreifen und auf ihnen nicht hinüber an das Mauerwerk fließen könne;

2) aus sehr gut gebrannten Backsteinen, oder aus zweimal gebrannten Klinkern. Dabei kommt es auf eine gute Speisung oder Verkittung an, z. B. mit ausgekochtem Theer und ungelöschtem Kalk ꝛc. Kalkhaltige Backsteine taugen hierzu nicht. Auf dem Kalk erzeugt sich Salpeter. Man sollte daher die Abtrittsmauern um die Schlotte lieber mit Gyps mauern und tünchen, nur die Schlotte selbst nicht. Zwischen einer solchen Schlotte und dem übrigen Mauerwerke sollte auch eine reine Thonlage eingedämmt werden;

4) aus Sandsteinen. Ihr Bindemittel darf aber weder kalkhaltig noch mergelartig, sondern es muß thon- oder kieselartig sein;

3) aus andern brauchbaren Quadersteinen;

5) aus gebrannten, innen glasirten harten Thonröhren, die von oben nach unten hin in einander gesteckt und verkittet werden.

§. 241.

c) Grube und Canal. Nur selten ist es der Fall, daß man die Schlotte unmittelbar in ein fließendes Wasser bringen kann. Wo dieses

nicht geschehen kann, legt man Gruben oder Canäle, oder auch beide zugleich an.

Hierbei ist hauptsächlich zu berücksichtigen:

1) Vermeidung des Luftzuges. Zu diesem Behuf ist die Schlotte im Ganzen damit zu verbinden. Die Gruben werden luftdicht bedeckt, am besten aber überwölbt und in der Mitte des Gewölbes mit einem offenen Steingeviere geschlossen, dessen Oeffnung durch einen eingefalzten Stein mit einem Griffring bedeckt wird. Wo hierzu keine Hausteine vorhanden sind, ist Eichenholz noch das beste.

Um Canäle gegen Luftzug zu schließen, kann man sich folgenden Mittels bedienen:

Ein Canal führe z. B. auf einen offenen Wassercanal oder einen Fluß zu. Wollte man die Ausmündung unter der Wasseroberfläche nehmen, so wäre der Luftzug beseitigt. Allein dann wird das Wasser in den Canal hineintreten, aber den Unrath liegen lassen. Man schließe daher den Abtrittscanal dergestalt, daß die Strömung längs dem Ufer, auf welches der Unrath herabfällt, ihn hinwegspülen kann.

2) Trockenheit der Grube und Abseihung des Urins. Trockner Koth verwes't und hat weniger scharfen Geruch als nasser, faulender Koth. Man darf daher nie Dachtraufen-, Küchen- und anderes Wasser in die Abtrittsgruben leiten. Reiner Sandboden unter diesen Gruben (Sinkgruben) ist ein natürlicher Seiher. In nassem Erdreich müssen aber die Sohle und die Wände der Gruben durch Mauerung und Lattenschlag verwahrt werden. Man hat auch künstliche Gruben, nämlich Fässer vorgeschlagen, die man bewegliche Abtritte nennt. Es stehen zwei Fässer über einander. In das obere fallen die Ausleerungen. Durch dasselbe gehen kupferne Röhren mit Löchern, wodurch der Urin abseiht und in ein tiefer liegendes Faß abtropft. Diese Seihanstalt ist in Brückenau ausgeführt worden, hat aber der Erwartung nicht entsprochen.

§. 242.

d) Stankröhren. Solche Röhren sind im Gebärhause in Göttingen angebracht. Von der Oberfläche des Kloakgewölbes geht eine hinter der hinabführenden Schlotte angebrachte hölzerne Luftröhre bis unter das Dach, wo sie sich in einer 1 Fuß breiten, 3 Fuß langen Mündung endet. Unter dem Dache dringt durch zwei kleine Seiten-Gitterläden die Luft über die Oeffnung des hölzernen Stankkamins und führt so die Dünste in's Freie.

Einige Heizungsanlagen, welche oft vorkommen.

§. 243.

Anlage eines Rostloches an einem Feuerherde.

Die Erfahrung lehrt, daß die Wirkung des Feuers stärker ist, wenn man die Flamme durch Seitenwände einschließt, als wenn man das Feuer frei brennen läßt und die Kochgefäße nur von einer Seite her erwärmt werden. Man hat daher die sogenannten Rostlöcher erfunden, wo das Feuer in eine Versenkung des Herdes eingeschlossen, die Koch- und Bratgeschirre, welche man darauf setzt, von unten nach oben, also durch die Spitzflamme des Feuers, am kräftigsten erwärmt werden. Fig. 367 A zeigt den Durchschnitt des Herdes mit einem solchen Rostloche, B den Grundriß. a ist der Raum des Loches, 10 bis 15 Zoll im Quadrat groß und etwa 10 Zoll tief bis zu dem Roste b; c ist ein Aschenloch. Will man das Rostloch für Torf- oder Steinkohlenfeuerung einrichten, so muß es etwa nur 7½ Zoll tief angelegt werden, welche Höhe durch Uebereinanderlegung von zwei flachen Mauersteinen und einem Dachsteine mit ihren Fugen erreicht wird. Das Aschenloch ist 6 Zoll hoch und eben so breit als das Rostloch. Der Rauch zieht durch den Rauchmantel des Herdes in den Schornstein.

§. 244.

Anlage einer Waschkesselfeuerung.

Fig. 368 A und B zeigt die Anlage einer solchen. Der Waschkessel a wird in einem Mauersteinmantel, welcher ½ Stein stark gemacht wird, so eingemauert, daß er nur mit seinem unteren Theile über der Flamme steht. Bei e ist eine Decke von doppelten Dachsteinen eingelegt, in welcher sich hinten bei f in B eine etwa 6 Zoll lange Oeffnung befindet, durch welche die im Feuerherde auf dem Roste brennende Flamme in die Höhe schlägt, sich zu beiden Seite um den Kessel herumzieht und den Rauch durch das Abzugsrohr g in den Schornstein entweichen läßt. c ist das 6 bis 8 Zoll große mit einer eisernen Thüre versehene Heizloch, d das Aschenloch, welches gewöhnlich keine Thür hat, 6 Zoll hoch und so breit als der Herd ist. Die Winkel des Herdes sollen schräg nach den Seitenwänden zu gemauert werden, weil dann das Brennmaterial immer auf

den Rost zurückfällt. Der Abstand des Kesselbodens vom Rost ist bei Holzfeuer 10 bis 12 Zoll, bei Torf- und Steinkohlenfeuerung aber 8 bis 9 Zoll hoch zu machen. Die Breite des Rostes wird etwa $^2/_3$ des oberen Kesseldurchmessers gleich gemacht. Der Kessel ruht oben mit seinem Rande auf dem gemauerten Mantel. 2 bis 3 an der Seite angebrachte Löcher dienen zur Reinigung der Züge um den Kessel und werden durch eingesteckte und mit Lehm verstrichene Steine geschlossen.

§. 245.

Anlage von Räucherkammern.

Nach Preußischem Gesetz dürfen dieselben nur so angelegt werden, daß sie von 4 massiven Mauern umgeben, oberhalb mit einem Gewölbe geschlossen sind. Die Thüre dazu soll auf der innern Seite überdies mit Eisen beschlagen sein und die Tragstangen sollen nicht von Holz, sondern von Eisen sein. Der Fußboden muß gepflastert werden.

Da diese Anlagen nur in den Dachböden vorkommen, so sind sie nur unter erschwerenden Bedingungen auszuführen. Sie müssen in mehrstöckigen Gebäuden von unten auf fundamendirt sein und durch alle Stockwerke massive Unterstützungsmauern haben.

In einigen Gegenden schlägt man die Räucherkammern von Brettern zusammen, oder umgiebt sie höchstens mit geklehmten Fachwänden, windelt die Decke und macht etwa den Fußboden aus einem Lehmschlage, und doch ist kein Beispiel vorhanden, daß gerade durch die Räucherkammern Feuer entstanden wäre. Derartige Räucherkammern gewähren den Vortheil, daß sie auf jeder Stelle des Dachbodens angelegt werden können, ohne sie von unten auf zu fundamentiren, und mit wenig Geld herzustellen sind.

Eine solche Anlage läßt sich aber auch folgendermaßen hinlänglich feuersicher herstellen:

Die 4 Wände werden aus geklehmtem Fachwerk gemacht. Das Kehlgebälk wird gewindelt. Der Fußboden wird ein 3 Zoll dicker Lehmestrich. Damit die Holzwände, woran die Rauchkammer liegen muß, nicht an den Schornstein anstoßen, wird an beiden Seiten des Schornsteins ein kleines Mauerstück, einen Stein lang, einen halben Stein stark, zwischen den Wänden und dem Schornstein angelegt, welches vom Fußboden bis zur Decke reicht. Die Thür kann innerhalb mit Eisenblech beschlagen sein. Die Tragstangen können von Eisen sein.

Damit nun aber das Stiel- und Riegelwerk, wie auch die frei zu Tage liegende Unterfläche der Kehlbalken nicht Feuer fangen können, so beschlage man die Wände und Decken auf der innern Seite mit schwalbenschwanzförmigen Leisten, putze dann die Wände und Decken mit Lehm so dick, als er nur halten will, mindestens aber 1 Zoll dick vor den Leisten vorstehend, so wird eine solche Räucherkammer feuersicher sein, ohne daß sie massiv ist.

Soll eine Räucherkammer zweckmäßig sein, so muß der Rauch gehörig abgekühlt in die Kammer treten. Deshalb kann man nur den Rauch aus weiten Essen, niemals aber aus engen Schornsteinen in die Räucherkammern einströmen lassen, indem bei heißem Rauch das Fett austropft und das Rauchfleisch verdirbt.

Da bekanntlich ein scharfer Luftzug zur Conservirung des Fleisches viel beiträgt, so hat man bei der Anlage einer Räucherkammer mit darauf zu sehen, nach Gefallen einen kalten Luftzug erzeugen zu können. Zu diesem Behuf mache man in der einen Wand unterhalb ein Loch etwa 10 Zoll im Quadrat, welches durch eine kleine Luke, die inwendig mit Eisenblech beschlagen ist, geschlossen wird. Eine eben solche Oeffnung mache man auch in der Decke und führe über die Decke fort ein eisernes Rohr von gleicher Weite in den Schornstein hinein. Die Oeffnung in der Decke muß einen eisernen Schieber oder Thür haben. Die Oeffnung unten in der Wand und die Oeffnung in der Decke dürfen aber nicht an ein und derselben Seite liegen, sondern sie müssen einander gegenüber in verschiedenen Höhen angelegt werden, weil sonst der Luftzug nicht durch die ganze Kammer streifen würde.

Funfzehnte Abtheilung.

Von dem Mauerfraß.

§. 246.

Der Mauerfraß, auch Salpeterfraß genannt, ist an folgenden Erscheinungen erkennbar: Die Mauern, namentlich der untern Stockwerke, auf welche die Erdfeuchtigkeit durch ihr Aufsteigen am meisten wirken kann, werden dunkelfleckig, feucht und zeigen einen schmutzigweißen schmierigen Ueberzug, der hauptsächlich im Innern der Gebäude eine kalte, dumpfige und ungesunde Ausdünstung verbreitet. Später erscheinen an den Mauern dicke Salpeterkrystalle, welche man abkratzen kann.

Die Wirkung des Mauerfraßes besteht in einer gänzlichen Zerstörung des sämmtlichen Kalkes im Abputz sowohl als in den Fugen, so daß von dem Mörtel nichts übrig bleibt als ein nach Salpeter schmeckender Sand. Die Zerstörung des Zusammenhanges zwischen dem Mörtel und den Mauersteinen ist so vollkommen, daß man ohne Anwendung von Gewalt die einzelnen Mauersteine aus der Mauer herausziehen kann. Diese zerstörende Wirkung zieht sich allmählich und unaufhaltsam von unten nach der Höhe der Stockwerke und herrscht besonders da, wo Luft und Licht wenig Zutritt haben.

Der Mauerfraß entsteht, wenn man z. B. Kalksteine zur Ausmauerung von Düngergruben, Abtritten 2c. verwendet, desgleichen sind Steine, wozu Mergelerde genommen wurde, zur Mauerfraßerzeugung sehr geneigt. Auch Mörtel, welcher mit salpetrigem Brunnenwasser gelöscht wurde, erweis't sich zur Erzeugung dieses Uebels außerordentlich günstig. Nicht minder ist salziges Wasser, welches man zur Bereitung der Ziegel verwendete, den gebrannten Mauersteinen nachtheilig, indem sie alle Feuchtigkeit von unten und aus der Luft an sich ziehen, daher nie trocknen und somit den Mauerfraß nach sich ziehen.

Um nun von vorn herein bei Neubauten dieses Uebel zu verhindern, muß man bei der Bereitung der Steine und des Mörtels alles vermeiden, was bereits als nachtheilig hiervon erwähnt wurde. Die frischen Mauern sollen nie zu schnell auf beiden Seiten abgeputzt werden, sondern mindestens einen Winter hindurch auf einer Seite ungeputzt belassen werden. Will man jedoch den Mauerfraß gründlich verhindern, so müssen die Plynthen unter Beobachtung der bereits angeführten Maßregeln durch einen Ueberzug von den obern Mauern geschieden werden. Die Austrocknung der letztern erfolgt dann immer in kurzer Zeit.

Bei Fachwerksgebäuden ist der in den Fundamenten und Plynthen entstandene Mauerfraß ohne nachtheiligen Einfluß auf die Fachwände selbst.

Die Vertreibung des Mauerfraßes kann mit Sicherheit nur dadurch geschehen, daß man alles davon ergriffene Mauerwerk fortreißt und durch neues ersetzt. Die vom Mauerfraß durchdrungenen Steine dürfen aber nie wieder verwendet werden, weil er sich sonst immer wieder einstellt.

Zur Vertreibung des Mauerfraßes hat man vorzugsweise folgendes Mittel anzuwenden empfohlen: Man schlage den Putz ab, lasse die Mauern durch die Sonne oder künstlich erwärmen und bringe einen Ueberzug von Theer, Asphalt, Cement oder dergl. über die Mauer, um den Putz haltbar zu machen. Hierdurch wird aber der Zweck nur scheinbar erreicht; der Mauerfraß wird keineswegs vertilgt, sondern nur noch mehr in das Innere der Mauer eingeschlossen, wo er nach wie vor in die Höhe steigt und unaufhaltsam fortwüthet.

Eine ähnliche Erscheinung ist der sogenannte Stock. Dieser entsteht selbst bei völlig salpeterfreiem Mauerwerk dadurch, daß durch zu schnelles Abputzen die Feuchtigkeit in die Mauer eingeschlossen wird, wie auch dadurch, daß die Plynthen vom oberen Mauerwerk nicht geschieden sind, folglich die Erdfeuchtigkeit nach oben dringen kann. Auch zeigt er sich da, wo das Mauerwerk immer naß wird, wie an Traufen, löchrigen Regenrinnen &c., und wenn geeignete Umstände mitwirken, giebt er auch Veranlassung zur Entstehung des Mauerfraßes. Schlägt man unter solchen Umständen den Putz von den Mauern und setzt sie der Sonne, dem Luftzuge oder der Ofenwärme aus, so wird man ihn nach und nach zu vertreiben im Stande sein.

Sechszehnte Abtheilung.

Die Prüfung zum Maurermeister.

I. Nach Preußischem Gesetz.

Instruction des Königl. Ministers für Handel, Gewerbe und Bauwesen (v. Bülow) vom 28. Juni 1821, wonach in sämmtlichen Provinzen des Staates die Prüfung der Maurergesellen, welche Meister zu werden verlangen, geschehen soll.

Die Prüfung derjenigen Maurergesellen, welche als Meister ihr Gewerbe treiben wollen, ist durch die Allerhöchste Cabinetsordre vom 25. April d. J. näher bestimmt worden, weshalb hiernach die Prüfungscommissionen, dem §. 99. des Gesetzes vom 7. September 1811 gemäß, mit nachstehenden, vom Tage der Publication allein gültigen, Vorschriften versehen werden.

§. 1. Die bestätigte Prüfungscommission, bestehend aus dem Polizeidirigenten, oder einem sonst dazu besonders geeigneten Mitgliede der Polizeibehörde des Ortes, einem oder zwei Baubeamten und zweien oder dreien Gewerksmeistern, versammelt sich monatlich wenigstens einmal, um sich über die zu ihrer Bestimmung gehörigen Gegenstände mit einander zu berathen und darin die gehörige Einheit und Ordnung zu erhalten, die zu den Prüfungen nöthigen Einleitungen zu treffen und die Prüfungen selbst abzuhalten. Es werden zu dem Ende die Gesellen, oder überhaupt die das Meisterrecht suchenden Personen, welche die Prüfung schriftlich mit Einsendung ihrer erlangten Atteste und der Beschreibung ihres bisherigen Lebenslaufs, nachgesucht haben, an diesem Tage hinbeschieden und tentirt, ob sie lesen, schreiben, rechnen und so viel zeichnen können, daß von ihnen eine gute Ausarbeitung der Aufgaben zu

erwarten ist, und ob sie die ihnen vorgelegte Zeichnung verstehen und erklären können, damit sie, im Falle ihnen diese Vorkenntnisse mangeln, ihre Zeit bei den Probearbeiten nicht unnützerweise verschwenden.

[Insbesondere soll darauf gehalten werden, daß die zum Meisterrechte sich meldenden Personen, im Verhältniß ihrer sonstigen Ausbildung, auch merkwürdige Gebäude mit Aufmerksamkeit gesehen und an Orten, wo vorzüglich gut gearbeitet wird, einige Zeit gearbeitet haben.]*)

Denjenigen, welche wegen offenbarer Unzulänglichkeit ihrer Vorkenntnisse bei der vorerwähnten vorläufigen Prüfung zurückgewiesen werden müssen, soll dies Bildungsmittel, welches an Orten, wo Provinzial-, Kunst- und Bauhandwerksschulen vorhanden sind, am zweckmäßigsten mit diesen zugleich benutzt werden kann, vorzüglich empfohlen werden.

Ueber das Tentamen wird ein Examinationsprotocoll aufgenommen und solches im Fall eines ungünstigen Ausfalls an demselben Tage geschlossen, im entgegengesetzten Falle aber während des ganzen Verlaufs des eigentlichen Examens fortgesetzt.

§. 2. Wird in dem Tentamen nach §. 1. ein Geselle zur Erlangung des Meisterrechtes qualificirt gefunden, so erhält er eine Probearbeit zum Entwerfen und Zeichnen wichtiger Hauptstücke eines Gebäudes, die er unter Aufsicht eines Meisters zu bearbeiten hat und wobei die Baubeamten von Zeit zu Zeit die Mitaufsicht übernehmen. Bei der Bestimmung der Aufgabe ist das, was Sache eines Baumeisters ist, sorgfältig von dem zu unterscheiden, was für den eigentlichen Gewerksmeister gehört, und es müssen von letzterem nie Einrichtungen zu ganzen Gebäuden oder deren äußeren und inneren Verzierungen, noch Anlagen, die die Arbeiten anderer Gewerke erfordern, verlangt werden, sondern es ist zureichend, wenn der Maurergesell zu den ihm angegebenen Einrichtungen einiger Gebäude, als: gewöhnlicher Wohngebäude und größerer öffentlicher Gebäude, Kirchen und Thürme, den Grundriß und die Profile mit den vorkommenden Gewölben und Feuerungsanlagen richtig auszuzeichnen versteht und wenn er im Stande ist, dergleichen Haupttheile eines Gebäudes und ihre richtige Construction, z. B. die Fundament- und andern Mauern, die Bogenstellungen, die Eindeckungen der Dächer, die Gewölbe, die Feuerungsanlagen, die Gesimse ꝛc. durch Zeichnungen detaillirt zu ent-

*) Diese eingeklammerte Bestimmung ist durch das Cabinetsrescript des Königl. Finanzministers (Gr. v. Alvensleben) vom 8. März 1842 aufgehoben worden.

wickeln. Hierdurch kann sich die Commission völlig überzeugen, ob der Examinandus sich die Sache bildlich vorzustellen vermag.

Der Examinand muß ferner einen Anschlag berechnen von den Kosten des Arbeitslohnes und der erforderlichen Materialien zur Maurerarbeit, bei dem ihm zur Probearbeit gegebenen oder bei einem andern Baugegenstande, worüber ihm die Zeichnungen gegeben werden. Die Arbeit ist zugleich nach Tagewerken zu berechnen, um prüfen zu können, ob der Gesell das Detail seiner Arbeit richtig beurtheilt und damit, wenn die Tage mit dem übrigen Lohn multiplicirt werden, sein Ueberschlag in aller Art zureiche. Die aufgegebenen Probearbeiten werden in das Protocoll eingetragen.

§. 3. Sobald die beendigte Probearbeit eingesandt ist, circulirt sie unter sämmtlichen Mitgliedern der Commission und wird in der nächsten Versammlung geprüft, indem die von den einzelnen Mitgliedern zu machenden Bemerkungen vorgetragen und diese, so wie der Beschluß, in das Protocoll aufgenommen werden. Hierauf wird zur mündlichen Prüfung des Examinanden geschritten und die ihm vorgelegten Fragen, so wie seine Antworten, werden ebenfalls in die Verhandlung aufgenommen.

§. 4. Die Gegenstände, worüber der Maurer geprüft werden muß und worauf sich die ihm zu machenden Fragen beziehen müssen, sind folgende:

a) Wie die Untersuchung des Baugrundes geschehen müsse, welche Werkzeuge dazu dienen, welcher Kennzeichen man sich bei dieser Beurtheilung bediene, um sich von seiner Beschaffenheit und Festigkeit zu überzeugen.

b) Wie die Stärke der Mauern nach Maßgabe ihrer Höhe gebräuchlich ist.

c) Wie die Stärke der Widerlager, die Dicke der Gewölbebogen, die Zubereitung und Aufstellung der Lehrbogen nach praktischen Regeln geschehen müsse.

d) Worin die verschiedenen Verbände bei Mauern von Feld- und Mauersteinen, bei Schornsteinröhren, Feuerungen, Rauchmänteln, Gewölben, scheitrechten Bogen, Stichkappen ꝛc. bestehen.

e) Wie Ziegeldächer, Dachluken, Rinnen, Hohlkehlen, Firste und Grade wasserdicht eingedeckt werden müssen.

f) Wie gerohrte Decken, Gesimse, sowohl am Aeußern als Innern gemauert und gezogen, wie die Chablonen dazu eingerichtet werden müssen, wie ungemauerte Gesimse zu construiren sind.

g) Wie Sandsteine und andere Steinhauerarbeiten beim Versetzen, Vermauern und Vergießen behandelt werden müssen.

h) Wie ein Gebäude auf der Baustelle abgesteckt, wie die Lehren, Stichmaße, Eintheilungslatten eingerichtet und wie die Gerüste aufgestellt werden müssen.

i) Wie die zu den Maurerarbeiten gehörigen Materialien rücksichtlich ihrer Güte beurtheilt werden; wie ihre zweckmäßige Zubereitung geschieht, besonders wie ein tüchtiger Mörtel, Cement und Wasserkitt zu bereiten ist.

k) Worin die polizeilichen Verordnungen rücksichtlich feuersichrer Bauart bestehen.

l) Fragen über Fälle, wo Maurerarbeiten mit den Zimmerarbeiten collidiren, wie bei Vertrumpfung, Legung der Fußböden über Gewölben ꝛc.

§. 5. Hat der Examinand in dieser Prüfung zur Zufriedenheit bestanden, so wird demselben ein Meisterbau aufgegeben, den er in seiner Partie ganz allein als Stückmeister leiten muß; es müssen darin Feuerungsanlagen und Gewölbe vorkommen, ohne daß es indessen nothwendig, daß jedesmal ein Kreuzgewölbe darunter begriffen sei; die Maurermeister der Examinationscommission haben dabei die Aufsicht, so wie der Landbaumeister, um sich die Ueberzeugung zu verschaffen, daß der Examinand die Arbeiten eigenhändig ausgeführt. Dieser Bau wird revidirt, bevor er abgeputzt ist und wenn alle Theile noch in rohem Mauerwerk zu sehen, um die Richtigkeit des Verbandes, so wie die fleißige Ausführung der Arbeit beurtheilen zu können.

Die Revision geschieht von der ganzen Commission, die bemerkten Fehler werden dem Examinanden zur Stelle vorgehalten und es wird diese Vorhaltung und seine Erklärung darauf ausdrücklich in das Examinationsprotocoll eingetragen.

Anmerkung. Hierzu bemerkt das Rescript des Königl. Ministers des Innern und der Polizei (Beuth) vom 14. Sept. 1833 an die Königl. Regierung zu Merseburg:

„Der §. 5. der Instruction vom 28. Juni 1821, die Prüfung der Maurergesellen betreffend, über dessen Auslegung nach dem Bericht der Königl. Regierung vom 23. v. M. von der Commission zur Prüfung

der Bauhandwerker in Halle Zweifel erhoben sind, enthält wohl im Eingange die Vorschrift, daß der Examinand den ihm aufgegebenen Meisterbau in seiner Partie ganz allein, als Stückmeister, leiten solle, und am Schlusse die Bestimmung, daß er die Arbeiten eigenhändig ausführen müsse."

„Daß derselbe aber den Bau nur leiten solle, steht nicht in der Instruction, und somit schließt das Eine das Andere nicht aus, indem es sich von selbst versteht, daß er nicht alle Handarbeit machen kann. Den letzten Worten des quästionirten Paragraphen ist kein anderer Sinn unterzulegen, als daß die Commissarien sich überzeugen müssen,

> daß Examinandus alle vorkommenden Arbeiten selbst auszuführen versteht oder selbst ausführen kann und sie daher theilweise ausführen muß,

wie die technischen Mitglieder der Königl. Regierung richtig sentirt haben." (A. XIV. 639 — 3. 98.)

Sollte es an Gelegenheit zu einem Meisterbau fehlen, so ist die Prüfungscommission verpflichtet, sich deshalb an den Baudirector der Provinz zu wenden, damit dieser einen solchen Bau nachweise.

§. 6. Den Prüfungscommissionen liegt zwar hiernach ob, sich ganz gründlich von der Zulänglichkeit der Kenntnisse des Examinanden zu überzeugen; allein es wird ihnen auch zugleich zur Pflicht gemacht, der Zeit desselben zu schonen und durchaus nicht zu gestatten, daß die Prüfung ein Vorwand werde, die Gesellen ungebührlich lange mit ausgesucht schwierigen Aufgaben zu beschäftigen, indessen von allem Erwerbe abzuhalten und zur unnützen Verzehrung ihres ersparten Nothpfennigs, der vielmehr zur Gründung ihres Etablissements dienen soll, zu nöthigen.

§. 7. Auch sind dieselben ausdrücklich verantwortlich dafür, daß bei den Prüfungen oder bei Besichtigung der Probearbeiten und des Probebaues die sonst wohl höchst mißbräuchlich eingeschlichene Darreichung von Speisen, Getränken und andern Erfrischungen gänzlich wegfalle, und soll der Vorwand, daß der Examinand oder seine Verwandten und Freunde sich dergleichen Kosten freiwillig und sogar gegen die Vorstellung der Commission gemacht hätten, sie schlechterdings von dieser Verantwortlichkeit nicht befreien. Sie sind vielmehr verpflichtet, die Prüfung oder Besichtigung sofort einzustellen, wenn ein solches höchst unanständiges Anmuthen dabei stattfindet.

§. 8. Die Commission kann unter dem Vorwande, daß schon Maurermeister genug in der Gegend vorhanden wären, Niemand die Prüfung verweigern oder erschweren.

Ueberhaupt darf sie Niemand aus irgend einem andern Grunde, als wegen im Tentamen offenbar bewiesener Unfähigkeit oder wegen eines solchen Grades von Bescholtenheit, wobei ihm, nach §. 20. der Städteordnung, das Bürgerrecht unbedingt versagt werden muß, die Zulassung zur Prüfung verweigern.

§. 9. Das Examinationsprotocoll wird der Regierung eingereicht, in welcher alsdann die Baudirectoren zu beurtheilen haben, ob nach dem vorliegenden Erfolge der Prüfung der Geprüfte das Meisterrecht verdiene oder nicht. Im Falle derselbe bestanden ist, wird von der Regierung das Attest ausgestellt und in demselben jedesmal, nach Beschaffenheit des Examinationsprotocolls, die Qualification des Geprüften ausführlich angegeben und möglichst genau ausgedrückt, in welchen Baugegenständen er sich besonders geschickt bewiesen und in welchen er nur unvollkommene Fertigkeit gezeigt hat.

§. 10. Jeder, welcher Meister werden will, hat sich zuvor bei der Prüfungscommission zu melden. Wo nach der besonderen Provinzialverfassung die Gewinnung des zünftigen Meisterrechtes zum selbstständigen Betriebe des Maurerhandwerks noch unbedingt erforderlich ist, verweiset ihn die Commission nach erfolgter Anmeldung an die Zunft, um bei dieser zuvörderst zu leisten, was die Innungsartikel fordern. Auch da, wo nach den geltenden Gesetzen zwar noch Maurergewerke, jedoch nicht mehr mit ausschließlichen Berechtigungen bestehen, werden diejenigen zu gleichen Zwecken an die Zunft gewiesen, welche aus freier Wahl das zünftige Meisterrecht erlangen wollen, worüber sich zu erklären ihnen bei der Anmeldung obliegt. In beiden Fällen wird der Prüfung, welche sodann die Zunft mit dem Aufzunehmenden vornimmt, ein Baubeamter als Sachverständiger Seitens der Prüfungscommission zugeordnet.

§. 11. Jeder, der sich zur Prüfung meldet, zahlt dafür 5 Thaler Examinationsgebühren, welche unter die Mitglieder der Commission vertheilt werden.

§. 12. Diejenigen Maurer, welche nach dem Gesetz vom 7. September 1811 §. 101. einen Gewerbeschein auf Maurerflickarbeit suchen wollen, bedürfen der vorstehenden Prüfung nicht, und es ist zureichend, wenn sie durch Atteste nachweisen, daß sie wenigstens zwei Jahre

lang bei einem oder mehreren gesetzlich geprüften Maurermeistern, zur Zufriedenheit derselben, gearbeitet haben. (A. V. 598 — 3. 51.)

Anmerkung. Die Regierung zu Potsdam bemerkt in einem Publicandum vom 22. Januar 1817, welches bereits eine mit der Instruction vom 28. Juni 1821 übereinstimmende Prüfungsinstruction voraussetzt: „Aus der Bestimmung des §. 12. der Instruction zu Prüfung der Maurer, daß Maurerflickarbeiter nicht geprüft werden sollen, ist irriger Weise gefolgert, daß die Maurer- und, nach deren Analogie, die Zimmerarbeiter gar nicht geprüft werden dürften und nicht einmal das Attest des Departements-Baubedienten, welches der §. 101. des Edictes über die polizeilichen Gewerbsverhältnisse vom 7. September 1811 vorschreibt, sondern bloß ein Attest des Meisters brauchten, um den Gewerbeschein zur Verfertigung von Flickarbeiten zu erhalten. Dies ist aber unrichtig, weil die Instruction bloß von den Prüfungen, die durch die Prüfungscommission der Bauhandwerker geschehen sollen, redet und die citirte ganz richtig sagt, daß die Maurerflickarbeiter (von dieser Prüfungscommission) nicht geprüft werden sollen."

„Hingegen bleibt es bei der Vorschrift des Edicts vom 7. September 1811 §. 101., nach welcher zum Betriebe der Maurer- und analogisch der Zimmerflickarbeiter bloß auf ein Attest des Kreisbaubeamten der Gewerbeschein ertheilt wird."

II. Nach Sächsischem Gesetz.

Verordnung, die Meisterprüfungen bei den Baugewerken und die Errichtung von Prüfungsbehörden für solche betreffend; vom 14. Januar 1842.

Wir, Friedrich August, von Gottes Gnaden, König von Sachsen rc. haben, in Erwägung, daß die nach den bestehenden Zunftgesetzen und den Innungsartikeln zur Zeit noch auf die Fertigung der Meisterstücken bei den Innungen beschränkte Prüfung der Maurer- und Zimmermeister, oder sogenannten Baugewerken, nach den Anforderungen, welche in jetziger Zeit an die Tüchtigkeit und Geschicklichkeit dieser Bauhandwerker gemacht werden, der zeitherigen Erfahrung gemäß für unzureichend zu achten ist, und um den diesfalls im Lande zu vernehmen gewesenen Klagen

abzuhelfen, eine verbesserte, durch das Bestehen von Baugewerkschulen an mehreren Orten des Landes zweckmäßig vorbereitete Einrichtung hierunter zu treffen für nöthig befunden und verordnen, nach vernommenem Beirathe Unserer getreuen Stände, demgemäß, wie folgt:

§. 1. Vom Erscheinen gegenwärtiger Verordnung an hören die Meisterprüfungen bei den Maurer- und Zimmerinnungen in der bisher üblich gewesenen Weise auf und es haben diejenigen, welche bei einer dieser Innungen künftig das Meisterrecht gewinnen wollen, sich über ihre Befähigung dazu in der §. 2. fg. bestimmten Maße auszuweisen.

Ausgenommen von dieser Vorschrift sind jedoch diejenigen Maurer- und Zimmergesellen, welche durch ein von den Aeltesten der betreffenden Innung ausgestelltes, von dem obrigkeitlichen Beisitzer derselben attestirtes Zeugniß bei der der Innung vorgesetzten Obrigkeit glaubhaft bescheinigen, daß sie sich bereits vor dem Tage der Publication dieser Verordnung zum Meisterrechte vorschriftmäßig angemeldet haben, indem es den Innungen in der Zwischenzeit bis zum Eintritt des ersten ordentlichen Prüfungstermins (§. 4.) gestattet sein soll, solche Gesellen, welche einen auf Grund des vorgedachten Zeugnisses ausgestellten obrigkeitlichen Erlaubnißschein beibringen, noch gegen Fertigung der in den Specialartikeln vorgeschriebenen Meisterstücke zum Meisterrechte zuzulassen.

Die Obrigkeiten haben streng darüber zu wachen, daß diese in billiger Rücksichtnahme auf das Fortkommen der betreffenden Gesellen beruhende Bestimmung nicht über den Zweck, zu dem sie ertheilt wird, hinaus ausgedehnt und zu Hinterziehungen des oben aufgestellten allgemeinen Grundsatzes gemißbraucht werde.

§. 2. Es werden fünf Prüfungscommissionen für Bauhandwerker an den nachbenannten Orten und für die dabei bemerkten Landestheile errichtet:

zu Dresden für den Dresdner Kreisdirectionsbezirk,
zu Leipzig für den Leipziger Kreisdirectionsbezirk,
zu Budissin für den Budissiner Kreisdirectionsbezirk,
zu Chemnitz für die zum Erzgebirgischen Kreise gehörigen Theile des Zwickauer Kreisdirectionsbezirks,
zu Plauen für den Voigtländischen Kreis.

Es bleibt jedoch vorbehalten, zwischen den Sprengeln der beiden zuletzt benannten Prüfungsbehörden künftig nach Befinden eine andere Abgrenzung zu treffen.

§. 3. Jede Prüfungscommission besteht:

1) aus einem von dem Stadtrathe des Orts, wo dieselbe ihren Sitz hat, aus der Mitte seiner juristisch befähigten Mitglieder zu erwählenden obrigkeitlichen Deputirten, als Vorsitzenden, der zugleich die Protocollführung zu übernehmen hat; (§. 8.)

2) aus einem theoretisch gebildeten Architekten, welchen das Ministerium des Innern ernennt;

3) aus einem Meister des Maurer- und einem des Zimmerhandwerks; dieselben werden von dem Rathe der Stadt, wo die Prüfung stattfindet, aus dem Mittel der am Orte befindlichen Innungen der betreffenden Gewerbe jedesmal auf ein Jahr erwählt.

Jedem Mitgliede ist für Behinderungsfälle ein auf die nämliche Weise zu ernennender Stellvertreter zuzuordnen. Hinsichtlich der Verpflichtung der Mitglieder der Prüfungscommissionen und ihrer Stellvertreter sind die Vorschriften der Verordnung vom 2. November 1837 (Gesetz- und Verordnungsblatt S. 97) in Obacht zu nehmen.

§. 4. Die Prüfungen der Bauhandwerker finden in den sechs Monaten vom October bis März jeden Jahres und zwar in der Art statt, daß der erste Theil dieses Zeitraums für die Ausarbeitung der schriftlichen Prüfungsaufgaben, die spätern Monate aber für die mündlichen Prüfungen bestimmt sind.

Vor dem Beginn jedes Prüfungstermins ist von der Kreisdirection eine Bekanntmachung zu erlassen, worin die Gesellen des Maurer- und Zimmerhandwerks, welche zum nächsten Frühjahre das Meisterrecht bei einer Innung des Bezirks zu erlangen wünschen, zur rechtzeitigen Anmeldung aufgefordert und auf die dabei zu beobachtenden Erfordernisse hingewiesen werden.

§. 5. Die Gesellen haben ihre Anmeldung längstens bis zum 30. September jeden Jahres bei der betreffenden Prüfungsbehörde, schriftlich oder mündlich, zu bewirken und dabei, unter Bezeichnung der Innung, bei der sie einzuwerben beabsichtigen, und genauer Angabe ihres Wohnorts, ein von dem Meister, bei dem sie das letzte Jahr über in Arbeit gestanden haben, ausgestelltes Zeugniß über ihre praktische Brauchbarkeit beizubringen. Die eingegangenen Gesuche gelangen zunächst an das zu der Prüfungscommission deputirte Rathsmitglied, welches sodann gemeinschaftlich mit den andern Mitgliedern der Prüfungsbehörde die in der Fertigung eines Risses und eines Anschlags bestehenden Probearbeiten nach Anleitung der

Instruction unter A. §. 3. zu bestimmen und solche mittelst eines, mit dem Stempel der Behörde versehenen, von dem Vorsitzenden vollzogenen Erlasses dem Bewerber zuzufertigen hat.

§. 6. Die Ausführung der Probearbeiten erfolgt an dem Orte der Innung, bei welcher der Gesell das Meisterrecht zu gewinnen beabsichtigt, und unter deren Aufsicht.

Zu dem Ende hat sich derselbe bei dem Innungsvorstande persönlich zu melden, über die bestandene Lehrzeit und die zurückgelegten Wanderjahre oder die etwa erlangte Dispensation von letztern, soweit nöthig, sich auszuweisen und die von der Prüfungsbehörde ihm zugefertigte Probeaufgabe vorzulegen, worauf sodann, ohne daß es einer vorgängigen Zusammenberufung der Innung bedürfte, von dem Innungsvorstande sowohl wegen des Orts, wo die Ausarbeitung der Aufgaben stattfinden soll, als wegen der Zuordnung von Schaumeistern Bestimmung zu treffen ist.

Die fertigen Probearbeiten sind von der versammelten Innung zu besichtigen und zu beurtheilen. Erklärt diese die erstern für genügend, so hat sie solche nebst einem, von dem obrigkeitlichen Beisitzer und dem Innungsältesten vollzogenen Zeugnisse an die Prüfungscommission eizusenden. Entgegengesetzten Falls ist das von der Innung für untauglich erkannte Meisterstück, unter näherer Angabe der dagegen zu machen gewesenen Ausstellungen, bei der Obrigkeit einzureichen und von dieser, nach zuvor eingeholtem technischen Gutachten der Prüfungscommission, auf Grund des letztern über die Zulänglichkeit oder definitive Zurückweisung der Probearbeit nach Maßgabe der Generalinnungsartikel vom 8. Januar 1780, Cap. III. §. 8. Entschließung zu fassen, auch solche der Innung, unter gleichzeitiger Benachrichtigung der Prüfungsbehörde, bekannt zu machen.

Die in den Generalinnungsartikeln §. 8. Cap. III. nachgelassene Abmachung kleiner Fehler am Meisterstücke durch geringe Geldbußen tritt bei den Meisterprüfungen der Bauhandwerker fortan außer Anwendung, und es ist vielmehr die gelieferte Probearbeit jedesmal unbedingt entweder für zuläßig oder für unzuläßig zu erklären.

§. 7. Die Prüfungscommissionen haben die von den Innungen, nach erfolgter Approbation, an sie eingesendeten Meisterstücke anderweit sorgfältig zu prüfen und sind berechtigt, solche Arbeiten, welche nach ihrem Erachten die für den Besitz des Meisterrechts vorauszusetzende Uebung und Befähigung in Fertigung von Rissen und Bauanschlägen nicht in der

erforderlichen Maße beurkunden, der von der Innung abgegebenen beifälligen Erklärung ungeachtet, als ungenügend zurückzuweisen.

Die desfallsige Bescheidung ist, unter kürzlicher Angabe der Gründe, schriftlich auszufertigen, dabei auch jedesmal auszudrücken, ob der Bewerber sofort oder erst zum nächsten Prüfungstermine um Vorlegung einer anderweiten Probearbeit nachsuchen dürfe.

Gegen derartige Entschließungen der Prüfungscommissionen steht der Recurs an die betreffende Kreisdirection offen, welche, insoweit sie zu Begründung ihrer Entscheidung einer fernern sachverständigen Begutachtung des Meisterstücks zu bedürfen glaubt, eine solche von einer der übrigen Prüfungsbehörden nach ihrer Auswahl zu erfordern hat.

§. 8. Die Gesellen, deren Probearbeiten von der Behörde für zulässig erklärt wurden, sind hiervon schriftlich zu benachrichtigen und aufzufordern, sich an einem zu bestimmenden Tage innerhalb des laufenden Prüfungstermins, Behufs der mit ihnen anzustellenden mündlichen Prüfung, am Orte der Behörde einzufinden und bei letzterer anzumelden.

Die Prüfung selbst, die mit jedem Bewerber einzeln vorzunehmen ist, erfolgt nach Maßgabe der in der Instruction für Prüfungsbehörden für Bauhandwerker (Beilage A.) enthaltenen Vorschriften. Ueber den Verlauf derselben ist das Nöthige vom Vorsitzenden kürzlich zum Prüfungsprotocoll zu bemerken (vergl. Instruction §. 10.).

Soweit es die Behörde, um Gewißheit über die Qualification des zu Prüfenden zu erlangen, für erforderlich erachtet, bleibt es ihr vorbehalten, demselben, bevor zur mündlichen Prüfung verschritten wird, die Entwerfung eines anderweiten Risses und Anschlags aufzugeben und beides unter ihren Augen von ihm ausführen zu lassen. Es ist jedoch darauf Bedacht zu nehmen, daß der zu Prüfende damit über einige Tage nicht aufgehalten werde. Hierbei bewiesene Unwissenheit oder Ungeschicklichkeit hat die Zurückweisung der Probearbeit und somit die Versagung der Zulassung zur mündlichen Prüfung zur Folge.

§. 9. Ueber den Erfolg der Prüfung ist dem Gesellen ein Zeugniß auszustellen und darin zu bemerken, ob er die Prüfung **ausgezeichnet**, **gut** oder **genügend** bestanden habe, ingleichen — falls dazu Veranlassung vorhanden ist — ob er zu Ausführung größerer und wichtigerer Baue für tüchtig erkannt worden sei.

Diejenigen, denen die Commission eine der vorbemerkten Censuren zu ertheilen Bedenken trägt, sind von dieser Entschließung mittelst schriftlicher Bescheidung in Kenntniß zu setzen.

Die Verweigerung des Prüfungszeugnisses hat die Wirkung, daß der Gesell der Regel nach erst bei dem nächstfolgenden Prüfungstermine und, wenn er nachweis't, daß er die Zwischenzeit zu seiner mehreren theoretischen und practischen Ausbildung zu benutzen bemüht gewesen sei, von neuem zur Prüfung zugelassen werden kann.

Zu dem Ende hat die Commission in ihrer Bescheidung jedesmal besonders auszudrücken, ob der Gesell zum Behuf seiner Zulassung zum Meisterrechte bloß die mündliche Prüfung nochmals zu bestehen oder auch der Fertigung einer neuen Probearbeit (§. 5. 6.) sich zu unterziehen habe.

Ist Ersteres der Fall, so kann die zu veranstaltende anderweite Prüfung ausnahmsweise nach dem Ermessen der Commission auch auf einen frühern Zeitpunct, als den nächsten allgemeinen Prüfungstermin (§. 4.), anberaumt werden, dergestalt jedoch, daß zwischen beiden Prüfungen eine Frist von wenigstens zwei Monaten in der Mitte liegen muß.

§. 10. Für die Prüfung ist eine Gebühr von fünf Thalern zu entrichten und vor dem Beginn der erstern an den Vorsitzenden der Prüfungsbehörde abzuführen.

§. 11. Die Ertheilung des Meisterrechts, welches nach wie vor als die Bedingung des selbstständigen Gewerbsbetriebs und der eigenen Uebernahme von Bauen anzusehen ist, verbleibt der betreffenden Innung gegen Entrichtung der artikelmäßigen Gebühren für die der Innung nach §. 6. zustehende Beaufsichtigung der Probearbeiten und der in den Specialartikeln bestimmten Meisterrechtsgebühren.

Die Kreisdirectionen haben dahin zu wirken, daß die letztern eben so wie die Schaumeistergebühren, soweit es nicht bereits geschehen, bei allen Maurer- und Zimmerinnungen nach angemessenen, den örtlichen Verhältnissen entsprechenden Sätzen regulirt werden.

Jede Entrichtung, sie bestehe in baarem Gelde oder in Darreichung von Speisen und Getränken, welche dem Einwerbenden über den Betrag jener Sätze angesonnen oder von ihm als freiwillige Gabe angenommen wird, unterliegt der in den Generalinnungsartikeln Cap. III. §. 10. bestimmten Strafe des doppelten Ersatzes, welche von denjenigen, die an dem Ungebührnisse Theil genommen haben, zu bezahlen und unnachsichtlich einzubringen ist.

Die bei den verschiedenen Innungen hinsichtlich der Zeit der Quartalzusammenkünfte und sonst in Betreff der Meisterrechtsertheilung bestehenden besondern Einrichtungen sind übrigens der neuen Form der Meisterprüfungen allenthalben anzupassen und die Specialartikel, soweit nöthig, entsprechend abzuändern.

§. 12. Ausländische Maurer- und Zimmermeister, welche in hierländischen Grenzorten, soweit ihnen solches in Ermangelung eines entgegenstehenden Verbietungsrechts überhaupt verstattet ist, Baue übernehmen wollen, sind hierzu von jetzt an nur unter der Bedingung zuzulassen, daß sie sich der für die inländischen Bauhandwerker vorgeschriebenen Meisterprüfung bei der Prüfungsbehörde des betreffenden Bezirks unterworfen und solche bestanden haben.

Dem Ministerium des Innern bleibt jedoch vorbehalten, die Wirkung dieses Grundsatzes für die Dauer der nächsten fünf Jahre in Beziehung auf bestimmte Orte oder Bezirke insoweit zu suspendiren, als solches zur Verhütung einer nachtheiligen und plötzlichen Störung herkömmlicher Verkehrsverhältnisse sich als nothwendig und angemessen darstellt.

Auch kann von obiger Bedingung zu Gunsten der Unterthanen solcher Nachbarstaaten überhaupt abgesehen werden, in denen das Prüfungswesen bei den Baugewerken in ähnlicher Weise, wie nach gegenwärtiger Verordnung, geordnet ist, und welche den diesseitigen geprüften Bauhandwerkern rücksichtlich des selbstständigen Gewerbsbetriebs jenseits der Grenze die nämliche Vergünstigung zugestehen.

§. 13. Inländischen Maurern und Zimmerleuten, welche das Meisterrecht bereits besitzen, die aber, ihres bessern Fortkommens wegen, die Eigenschaft als geprüfte Bauhandwerker nachträglich zu erlangen wünschen, steht es jeder Zeit frei, sich bei der Prüfungscommission des Bezirks, zu welchem ihr Wohnort gehört, zur Prüfung anzumelden, worauf diese mit denselben zwar ohne die im §. 6. der Innung vorbehaltene Concurrenz bei Beurtheilung der Probearbeiten, im Uebrigen aber in der nämlichen Maße vorzunehmen ist, wie solches die gegenwärtige Verordnung und die dazu gehörige Instruction hinsichtlich der einwerbenden Gesellen vorschreibt.

Die Fertigung der Probearbeiten kann bei derartigen Prüfungen, nicht minder bei denen ausländischer Bauhandwerker, nach dem Wunsche des zu Prüfenden, am Orte der Prüfungscommission erfolgen, welchen Falls der erstere für ein geeignetes Local und dessen Heizung und Beleuchtung

auf eigene Kosten zu sorgen, auch den von der Commission in Ansehung der Aufsichtsführung zu treffenden Vorschriften sich zu unterwerfen hat.

Auf die zünftige Gewerbsberechtigung solcher inländischer Meister bleibt der etwaige ungünstige Ausfall der Prüfung ohne Einfluß.

§. 14. Um auch den Mühlenzeugarbeitern, sowie den Brunnen- und Röhrmeistern die Gelegenheit zu verschaffen, durch eine vor einer öffentlichen Behörde zu bestehende Prüfung über ihre Befähigung zur selbstständigen Ausübung ihres Gewerbes sich auszuweisen, soll unter dem Namen

„Prüfungscommission für mechanische Baugewerken"

eine besondere Prüfungsbehörde errichtet werden. Bis auf Weiteres hat dieselbe ihren Sitz in **Freiberg**.

Sie ist zusammengesetzt aus einem juristisch befähigten Mitgliede des Stadtraths zu Freiberg, als Vorsitzenden, aus einem theoretisch gebildeten Sachverständigen und einem zweiten Sachverständigen, welcher, neben dem Besitz theoretischer Kenntnisse, zugleich als practischer Mechaniker befähigt sein muß.

Das vorsitzende Mitglied und dessen Stellvertreter hat der Stadtrath zu Freiberg aus seiner Mitte zu wählen, während die Ernennung der übrigen und eines Stellvertreters für selbige vom Ministerium des Innern erfolgt.

Die Prüfung besteht:

1) in der Anfertigung eines schriftlichen Planes, Risses und Anschlags über eine in das Gewerbsgebiet des zu Prüfenden gehörige technische Anlage;
2) in einer mündlichen Prüfung über die in das betreffende Fach einschlagenden theoretischen und practischen Kenntnisse.

Das Nähere hierüber enthält die der Verordnung unter B. beigedruckte Instruction.

Die Prüfungen können zu jeder Zeit des Jahres stattfinden. Die mechanischen Baugewerken, welche sich denselben unterwerfen wollen, haben ihre desfallsigen Anmeldungen unter der Adresse der Prüfungscommission schriftlich einzusenden oder auch bei dem Vorsitzenden derselben mündlich zu bewerkstelligen, dabei das Gewerbe, über welches sie geprüft zu werden wünschen, anzugeben und sich hierauf der schriftlichen Vorladung zur Prüfung zu dem von der Commission zu bestimmenden Tage zu gewärtigen.

Die Fertigung der Probearbeiten erfolgt am Sitze der Prüfungscommission in einem dazu geeigneten Locale und unter angemessener Beaufsichtigung. Nach Beendigung derselben hat die Commission selbige zu prüfen und je nach dem Befunde darüber Beschluß zu fassen, ob der Candidat zur mündlichen Prüfung zuzulassen, oder sofort zurückzuweisen sei.

Hinsichtlich der Art und Weise der mündlichen Prüfung, der Protocollführung, der auszustellenden Zeugnisse und der Prüfungsgebühren gelten die einschlagenden Bestimmungen der §§. 8. 9 und 10.

Gegen einen Beschluß der Commission, durch welchen ein Bewerber entweder von der mündlichen Prüfung zurückgewiesen, oder ihm nach Erfolg der letztern das Prüfungszeugniß versagt wird, findet zwar kein Einwand statt; es steht jedoch dem Betheiligten frei, sich nach Jahresfrist zu einer neuen Prüfung anzumelden.

Da die Theilnahme an den Prüfungen für mechanische Baugewerke nicht, wie bei den zünftigen Baugewerken, eine gezwungene ist, sondern in dem freien Willen der einzelnen Betheiligten beruht, so bleibt zwar die Gewerbsberechtigung in den betreffenden Gewerbszweigen von dem Bestehen der Prüfung nach wie vor unabhängig. Es gewährt aber die letztere denen, die sich ihr mit Erfolg unterworfen haben, den Vortheil, sich geprüfte Mühlenbauer, Brunnen- und Röhrmeister u. s. w. benennen zu dürfen und sich dadurch der vorzugsweisen Beachtung der Behörden und des Publicums zu empfehlen.

§. 15. Die näheren, auf die Zusammensetzung der einzelnen Prüfungscommissionen und den Eintritt ihrer Wirksamkeit bezüglichen Verfügungen ergehen durch die Kreisdirectionen.

Dresden, am 14. Januar 1842.

Friedrich August.

(LS) Eduard Gottlob Nostitz und Jänckendorf.

Instruction der Prüfungscommissionen für Bauhandwerker.

§. 1. Die Geschäfte der Prüfungscommissionen bestehen:

1) in der Annahme der Anmeldungen zu den Prüfungen (Verordnung §. 5.);

2) in der Stellung der Prüfungsaufgaben und deren Zufertigung an die Betheiligten (ebendaselbst);

3) in der Beurtheilung der gefertigten Probearbeiten (§. 7.);

4) in der Vorladung der Prüfungscandidaten zur mündlichen Prüfung und der Vornahme der letztern (§. 8.);

5) in der Ertheilung der Prüfungszeugnisse (§. 9.).

§. 2. Der Vorsitzende der Prüfungscommission hat die an ihn gelangenden Anmeldungen, nachdem darüber zuvörderst das Nöthige zum Prüfungs-Protocoll (s. u. §. 10.) bemerkt worden ist, alsbald an den der Commission zugeordneten Architekten abzugeben, von welchem die Prüfungsaufgaben vorläufig abzufassen und der Commission in Vorschlag zu bringen sind. Die endliche Feststellung derselben erfolgt durch gemeinschaftlichen Beschluß der Commission, die sich zu dem Ende auf Einladung des Vorsitzenden so oft versammelt, als das Bedürfniß der zur Erledigung vorliegenden Geschäfte es erheischt.

Es ist jedoch hierbei die Einrichtung jedesmal so zu treffen, daß die Prüfungsaufgaben nicht später, als längstens 14 Tage nach dem §. 5. der Verordnung bestimmten Schlußtermine für die Anmeldungen in den Händen aller Betheiligten, auch der zuletzt Angemeldeten, sich befinden.

§. 3. In Ansehung der Prüfungsaufgaben selbst ist Folgendes zu beobachten:

Dieselben bestehen sowohl für Maurer- als Zimmergesellen

1) entweder im Entwerfen und Zeichnen wichtiger Hauptstücke eines großen Gebäudes oder im Entwurfe und der vollständigen Ausarbeitung eines gewöhnlichen Wohn- oder Wirthschaftsgebäudes seinem ganzen Umfange nach. Bei Zimmergesellen ist auf die hierbei vorkommenden Zimmerarbeiten hauptsächliche Rücksicht zu nehmen, sowie denselben auch nach Befinden der Entwurf und die Zeichnung eines für sich bestehenden Zimmerbauwerks, wie eines Kirchthurms, einer hölzernen Brücke ꝛc., als Probearbeit aufgegeben werden kann;

2) in der Anfertigung und Berechnung eines Anschlags über die Kosten des Arbeitslohns und der erforderlichen Materialien beziehendlich zu Maurer- und Zimmerarbeit bei dem als Probearbeit dienenden Baugegenstande. Die Arbeit ist zugleich nach Tagewerken zu berechnen, um prüfen zu können, ob der Gesell das Detail seiner Arbeit richtig beurtheilt und damit, wenn die Tage mit dem üblichen Lohne multiplicirt werden, sein Ueberschlag in aller Art zureicht.

Bei der Auswahl der Prüfungsaufgaben nach Art und Umfang ist auf den Ort und die muthmaßlichen Grenzen der Wirksamkeit des Prü-

fungscandidaten angemessene Rücksicht zu nehmen und daher insbesondere solchen, die sich auf dem Lande und in kleinen Städten als Meister niederlassen wollen, demnach aber häufig in den Fall kommen werden, landwirthschaftliche Baue zur Ausführung zu übernehmen, vorzugsweise die Ausarbeitung eines Gebäudes aus dem Gebiete der landwirthschaftlichen Baukunde zur Aufgabe zu stellen.

§. 4. Die nach vorgängiger Approbation durch die Innungen oder durch Beschluß der Obrigkeiten (Verordnung §. 6. 7.) an die Commission eingesendeten Probearbeiten sind zuvörderst bei den sämmtlichen Mitgliedern der letztern in Circulation zu setzen, worauf sich dieselbe versammelt, um, auf den Vortrag des §. 2. gedachten bauverständigen Mitgliedes, darüber Beschluß zu fassen, ob das gelieferte Probestück für zulässig zu erachten oder, weil es die für den Besitz des Meisterrechts vorauszusetzende Uebung und Befähigung in der Fertigung von Rissen und Bauanschlägen nicht in der erforderlichen Maße beurkunde, als ungenügend zurückzuweisen sei. Ersteren Falls ist der Tag zur mündlichen Prüfung anzusetzen und der Gesell vorschriftmäßig dazu vorzuladen (Verordnung §. 8.).

Was den bei Beurtheilung der Probearbeiten anzulegenden Maßstab anlangt, so werden sich zwar die Prüfungscommissionen mit Rücksicht auf die Anforderungen, die an einen tüchtigen Baugewerken nach dem heutigen Stande der Verhältnisse überhaupt zu stellen sind, in der Hauptsache nach eigenem Ermessen zu bilden haben. Im Allgemeinen ist jedoch darauf zu sehen, ob der Gesell die gestellte Aufgabe technisch richtig aufgefaßt und auf practisch ausführbare Weise behandelt habe. In dieser Hinsicht genügt es, wenn der Maurergesell zu den ihm aufgegebenen Einrichtungen, z. B. von gewöhnlichen Wohn- und Wirthschaftsgebäuden, Schulen oder den Hauptstücken größerer öffentlicher Gebäude, die Grundrisse und Profile mit den vorkommenden Gewölben, Treppen, Feuerungsanlagen ꝛc. überhaupt die richtige Construction aller dieser Hauptheile eines Gebäudes durch Zeichnung detaillirt anzugeben und zu entwickeln versteht, der Zimmergesell aber innerhalb der Grenzen seiner Prüfungsaufgabe die Balkenlagen, den Wand-, Decken- und Dachverband ꝛc. richtig darzustellen und zu zeichnen, auch die Treppen gehörig zu berechnen im Stande ist, ohne daß ein jeder auch in denjenigen Theilen der Bauanlage, deren Ausführung dem andern Gewerbe angehört, vollständig und im Detail bewandert zu sein brauchte.

Wie übrigens schon bei Bestimmung der Aufgabe das, was in das Gebiet der höheren Baukunst schlägt, von dem, was für den eigentlichen

Gewerbsmeister gehört, wohl zu unterscheiden und daher von dem Anspruche an eine künstlerische und streng wissenschaftlich gehaltene Ausführung der erstern jedenfalls abzusehen ist, so werden doch anderer Seits Verstöße, die sich der Examinand in seiner Ausarbeitung gegen die allgemein gültigen Regeln eines guten Geschmacks in der Baukunst oder gegen anerkannte wissenschaftliche Grundsätze zu Schulden gebracht haben sollte, bei dem endlichen Urtheile über seine Befähigung nicht zu übersehen sein.

§. 5. Liegt gegründeter Verdacht vor, daß der Gesell die Probearbeit nicht selbst oder nicht ohne fremde Beihülfe gefertigt habe, oder trägt die Commission aus einer andern Ursache Bedenken, sich über die Zuläßigkeit oder Unzuläßigkeit des Probestücks sofort bestimmt zu entschließen, so ist der Gesell zwar eventuell zur mündlichen Prüfung vorzuladen, ihm jedoch zu erkennen zu geben, daß ihm die Entwerfung eines anderweiten Risses und Anschlags, um beides am Orte der Prüfungscommission und unter deren Aufsicht auszuführen, werde aufgegeben und von dem Ausfalle dieser zweiten Probearbeit seine Zulassung zur mündlichen Prüfung werde abhängig gemacht werden (Verordnung §. 8.)

§. 6. Die mündliche Prüfung hat sich im Allgemeinen über folgende Gegenstände zu erstrecken:

bei Maurergesellen

a) die vorzüglichsten Baumaterialien, deren allgemeine und besondere Beschaffenheit, Gewicht und Festigkeit, und darnach sich richtende Vorbereitung, Bearbeitung, Abmessung und Verwendung im Bauwesen, der Schwerpunkt und das Verlegen der Bausteine;

b) die Bereitung und das Verhalten tüchtiger Luft- und Wassermörtel und der vorzüglichsten Cemente und Kitte;

c) die verschiedenen Baugrundarten, deren Beschaffenheit und Tragvermögen. Wie und in welchem Umfange die Untersuchung derselben vorzunehmen sei, welche Hülfsmittel dazu dienen und inwiefern und wie weit man durch solche ein überzeugendes Urtheil über die Beschaffenheit und Festigkeit des Baugrundbodens erlangen könne?

d) das Abstecken eines Gebäudes auf der Baustelle, das dabei je nach den verschiedenen örtlichen Verhältnissen anzuwendende Verfahren und die hierzu dienenden Hülfsmittel;

e) das Ausgraben und die weitere Vorbereitung des Grundes und das dabei nach Beschaffenheit desselben und der möglicher Weise dabei obwaltenden besonderen Umstände zu beobachtende Verfahren;

f) die Aufführung der Grundmauern und die verschiedene Construction des Grundbaues überhaupt. Was bei Anlegung der Abtritt- und Senkgruben, insbesondere in der Nähe von Kellerräumen zu beobachten ist?

g) die Bestimmung der Mauerstärken nach Maßgabe des Materials, aus dem die Mauern bestehen, ihres mehr oder minder freien Standes, ihrer Höhe, Belastung und demnach nöthigen Widerstandsfähigkeit;

h) die verschiedenen Mauerverbände und Constructionen der Mauern, je nach ihrer Bestimmung und Art und Beschaffenheit der verschiedenen dazu dienenden Materialien;

i) die bei dem Grund- und Unterbau anzuwendenden Hülfsmittel und Vorkehrungen zur Verhütung des Aufsteigens etwa vorhandener Grundfeuchtigkeiten und ihrer nachtheiligen Folgen, insbesondere der Erzeugung des sogenannten Mauerfraßes, sowie des Haus- oder Holzschwammes;

k) die Bogen und Gewölbe, ihre Entstehung, Benennung und Form, sowie die Bauart derselben in Absicht auf den verschiedenen dabei in Anwendung kommenden Verband;

l) die Bestimmung der Widerlagstärken, der Bogen- und Gewölbedicken, der Zubereitung, Aufstellung und Wegnahme der Lehrbogen;

m) die verschiedenen Bedachungsarten, in Betreff des Bedachungsmaterials, insbesondere das wasserdichte Eindecken der Dachluken und Fenster, Rinnen, Kehlen, Forst- und Walmkanten;

n) die Construction gemauerter und ungemauerter, innerer und äußerer Gesimse und die Beschaffenheit der dazu gehörigen Schablonen;

o) der Decken-, Wand- und Mauerputz;

p) die vorzüglichsten Feuerungsanlagen, deren Construction und Ausführung, mit besonderer Rücksicht auf Brennmaterial sparende Stuben- oder Kochöfen, sowie auf den Bau der Schornsteine;

q) die allgemeinen Regeln der Feuersicherheit und die darauf bezüglichen baupolizeilichen Vorschriften;

r) der Bau massiver Treppen;

s) Fragen über Fälle, wo die Maurerarbeiten mit den Zimmerarbeiten in Verbindung kommen, wie z. B. bei den Auswechselungen der Balken, bei Anwendung hölzerner Thür- und Fenstergerüste, dem Legen der Fußböden über Gewölbe rc.

Die Examinanten haben daher die den Prüfungscandidaten vorzule-

genden Fragen aus dem Kreise dieser Gegenstände zu wählen, ohne daß sie jedoch die letztern jedesmal vollständig zu erschöpfen oder sich bei der Prüfung an die Reihenfolge zu binden brauchten, in der sie vorstehend aufgeführt sind.

§. 7. Die mündliche Prüfung ist mit jedem Candidaten einzeln vorzunehmen und auf eine Dauer von $2^1/_2$ bis 3 Stunden zu beschränken.

Die Leitung derselben liegt zuerst dem theoretisch gebildeten Bauverständigen unter den Commissionsmitgliedern ob. Wie es jedoch den der Commission beigegebenen Innungsmitgliedern überhaupt unbenommen ist, durch Stellung einzelner geeigneter Fragen ebenfalls thätigen Antheil an der Prüfung zu nehmen, so kann auch von der Commission im Allgemeinen Verabredung dahin getroffen werden, daß derjenige Innungsmeister, dessen Gewerbe der zu Prüfende angehört, gewisse Prüfungsmaterien ein für allemal ausschließend übernehme, in der Art jedoch, daß auch in diesem Falle der Architekt den Gang der Prüfung zu leiten und zu überwachen und darauf zu sehen hat, daß weder zu lange bei dem nämlichen Prüfungsgegenstande verweilt werde, noch auch zu viele Gegenstände bloß ganz oberflächlich zur Sprache kommen.

§. 8. Alsbald nach beendigter Prüfung hat sich die Commission über das Ergebniß derselben zu berathen und wegen der dem Candidaten zu ertheilenden Censur oder der nach Befinden auszusprechenden Verweigerung des Prüfungszeugnisses, unter Berücksichtigung der §. 8 der Verordnung enthaltenen näheren Vorschriften, nach Stimmenmehrheit Beschluß zu fassen.

Diese Berathung erfolgt zwar in Anwesenheit sämmtlicher Commissionsmitglieder. Bei der Abstimmung selbst ist jedoch jedesmal nur der eine der beiden zur Commission gehörigen Innungsmeister und zwar, wenn ein Maurergesell in Frage ist, der Maurermeister, hingegen bei Zimmergesellen der Zimmermeister als stimmberechtigt anzusehen, während der Andere der Abgabe einer Stimme sich zu enthalten hat.

Hat ein Gesell die Prüfung mit besonderer Auszeichnung bestanden und dabei einen solchen Grad technisch wissenschaftlicher Ausbildung an den Tag gelegt, der ihn nach dem Ermessen der Commission als zur Ausführung größerer und wichtigerer Baue befähigt erscheinen läßt, so ist dieses letztere Urtheil durch einen Zusatz zur Censur in dem Zeugnisse besonders auszudrücken.

Da sich jedoch an den Besitz eines in dieser Maße ausgestellten Prüfungszeugnisses nach §. 15. des Gesetzes vom 9. October 1840, den Ge-

werbsbetrieb auf dem Lande betreffend, das wichtige Vorrecht knüpft, daß den mit einem solchen versehenen Maurermeistern, dieselben mögen in den Städten oder auf dem Lande wohnen, die Uebernahme von Bauen auf Accord in allen Städten gestattet ist, so werden die Prüfungsbehörden zu Ertheilung dieser Auszeichnung nicht leicht zu verschreiten, sondern dabei mit angemessener Umsicht und Strenge zu verfahren haben.

§. 9. Die Prüfungscommissionen haben zwar bei den Prüfungen allenthalben den Zweck im Auge zu behalten, höhere zeitgemäße Anforderungen an die Baugewerken zu richten, ohne auf die mangelhafte Bildung derselben Rücksicht zu nehmen. Jedoch werden sie für jetzt, in Erwägung des erst kurzen Bestehens der Baugewerkschulen, den dermaligen allgemeinen Standpunkt der technischen Ausbildung der fraglichen Gewerken in angemessener Weise zu beachten und nur allmählich ihre Anforderungen zu steigern haben.

§. 10. Dem Vorsitzenden der Prüfungscommission liegt die formelle Leitung des Prüfungsgeschäfts und die Aufsicht darüber ob, daß dabei den bestehenden Vorschriften allenthalben gemäß verfahren werde. Alle im Namen der Commission ergehende Ausfertigungen hat derselbe zu unterzeichnen, nicht minder das Prüfungsprotocoll zu führen, zu welchem den Prüfungsbehörden ein lithographirtes Schema in tabellarischer Form besonders zugefertigt werden wird.

§. 11. Jede Prüfungscommission ist der Kreisdirection ihres Bezirks zunächst untergeordnet und hat daher in den geeigneten Fällen an dieselbe Bericht zu erstatten und Weisungen von ihr zu empfangen.

Nach Schluß jedes Prüfungstermins ist das Prüfungsprotocoll zur Kreisdirection einzusenden, welche dasselbe, wenn sich nichts dabei zu erinnern findet, nach genommener Einsicht kürzesten Wegs an die Commission zurückgelangen lassen wird.

III. Nach Bairischem Gesetz.

Nach einer Verordnung vom 28. Januar 1805. Regierungsblatt Stück IX. soll keine Promotion eines Maurerlehrlings oder Gesellen ohne Prüfung der Baucommission vor sich gehen. Diese dürfen keine Bauführungen selbstständig übernehmen.

Regierungsblatt 1807 vom 13. Februar S. 350.

1) Sämmtliche Stadtpolizeibehörden (die zu München ausgenommen, wo bereits eine Baucommission besteht) und sämmtliche Landgerichte haben binnen 4 Wochen zu berichten, wie die Aufstellung einer Baucommission ist vollzogen worden.

2) Können nur jene Bauplane ratificirt werden, welche von einem Maurer= und Zimmermeister unterschrieben sind, die für die Ausführung nach demselben haften. Von Palieren unterschriebene Plane dürfen nicht angenommen werden, und ihre Unterschrift ist nur in so fern zu gestatten, als sie als Zeichner derselben ihre Namen beisetzen.

3) Wer einen Bau durch einen Gesellen, dazu auch die sogenannten Paliere gehören, welche, wenn sie nicht von einem Meister zur Aufsicht auf die Arbeiten bestellt sind, den übrigen Gesellen gleich zu achten sind, führen läßt, soll von der Stadtpolizeibehörde oder dem Landgerichte um 10 Reichsthaler gestraft werden.

4) Die Ortsvorstände (welche in den Landstädten und Märkten die Bürgermeister, und in den Dörfern die Obleute sind) haben nur dann die Führung eines Baues zu gestatten, wenn ihnen der von dem Landgerichte und der Baucommission unterschriebene Bauplan vorgezeigt ist, und die Vernachlässigung dieser Aufsicht soll um 5 Reichsthaler bestraft werden.

5) Ein unratificirter Bauplan, oder durch einen Gesellen geführter Bau, ist, wenn die Anzeige darüber einläuft, einzustellen und die Fortsetzung desselben nur nach einem ratificirten Plan und unter Leitung eines Meisters zu gestatten.

6) Die zur Feuerbeschau Verordneten sollen sich von jedem, im Laufe des Jahrs geführten neuen Bau den ratificirten Bauplan vorlegen lassen, und den Abgang desselben der Behörde zur Bestrafung der Fehligen anzeigen.

7) Jeder ohne Vorwissen der Stadtpolizeibehörden oder des Landgerichts geführte Bau soll sogleich untersucht und, wenn er ordnungswidrig

geführt ist, nach Erforderniß ganz oder zum Theil auf des Eigenthümers Kosten niedergerissen und dessen Wiederherstellung nur nach dem ratificirten Bauplane gestattet werden. Sollten die Stadtpolizeibehörden und Landrichter in dem nachlässig befunden werden, was ihres Amtes ist, so unterliegen sie für jeden Fall einer Strafe von 15 Reichsthalern.

München, den 14. Februar 1807.

Auszug aus dem Regierungsblatt v. J. 1826. S. 153. §. 62.

Zur Erprobung der erworbenen Gewerbskunde genügt im Allgemeinen jede Form und jede Art des Beweises, welche nach dem Ermessen der verordneten Prüfungscommission geeignet ist, die Fähigkeit des Bewerbers zur selbstständigen Ausübung seines Gewerbes außer Zweifel zu setzen. Es sollen insbesondere als zulässige Beweisarten angesehen werden:

a) mehrjährige Verwesung eines Gewerbes mit offenkundig oder erweislich gutem Fortgange desselben, mehrjährige, ohne häufigen Wechsel zurückgelegte Gehülfen- oder Gesellendienste in angesehenen Handlungshäusern, bei tüchtigen Gewerbsmeistern oder Fabrikanten, und übereinstimmend vortheilhafte, amtlich beglaubigte Zeugnisse derselben über vorzügliche Fähigkeit, Geschicklichkeit und gutes Betragen des Prüfungscandidaten;

b) einzelne, von einem Gesellen in der Werkstätte seines Meisters für dessen Rechnung auf Bestellung oder zum Verkauf verfertigte Arbeiten, welche sich entweder durch gelungene Behandlung des Stoffes, durch eine bei dem Verfahren angewendete Verbesserung oder durch Neuheit und Zierlichkeit der Form, Schönheit und Fleiß oder Schwierigkeit der Ausführung vor gewöhnlichen Arbeiten des Handwerks vortheilhaft auszeichnen;

c) Arbeiten oder Unternehmungen von größerm Umfang und Bedeutung, welche ein Gehülfe oder Geselle aus Auftrag seines Dienstherrn oder Meisters mit entsprechendem Erfolge ausgeführt hat ꝛc.

Auszug aus dem Regierungs-Blatte von 1830 vom 27. Mai. S. 824—826. Die Prüfung der Maurer-, Zimmer- und Steinmetzmeister betreffend.

§. 41. Diejenigen, welche sich als Maurer-, Zimmer- oder Steinmetzmeister ansässig machen wollen, haben die in der königl. Verordnung über das Gewerbswesen vom 28. December 1825. Tit. I. §. 61. art. 2. vorgeschriebene Prüfung abzulegen. — Diese Prüfung findet jährlich ein-

mal, ganz in derselben Art wie bisher, am Sitze einer jeden Kreisregierung, unter Aufsicht und Leitung des Kreisbaurathes, oder eines andern technischen Mitgliedes dieser Stelle statt. Der Termin und die Art der Bekanntmachung desselben ist, wie §. 34. bestimmt wurde.

§. 42. Die Zeugnisse der Kreisregierungen hinsichtlich der auf diese Weise zur Zufriedenheit bestandenen Prüfungen haben künftig bei Concessionsgesuchen volle Wirkung und Gültigkeit für alle Kreise, Städte und Orte des Königreichs ohne Ausnahme. Auch bleibt jedem Bewerber die Wahl überlassen, bei welcher Kreisregierung er die Prüfung bestehen wolle.

§. 43. Die Inhaber solcher Zeugnisse erhalten aber durch dieselben nur die Befugniß auf die Ausübung des gewöhnlichen Betriebes ihres Handwerkes und müssen sich auf Bauführungen nach vorschriftmäßig genehmigten Planen anderer Bauverständigen beschränken.

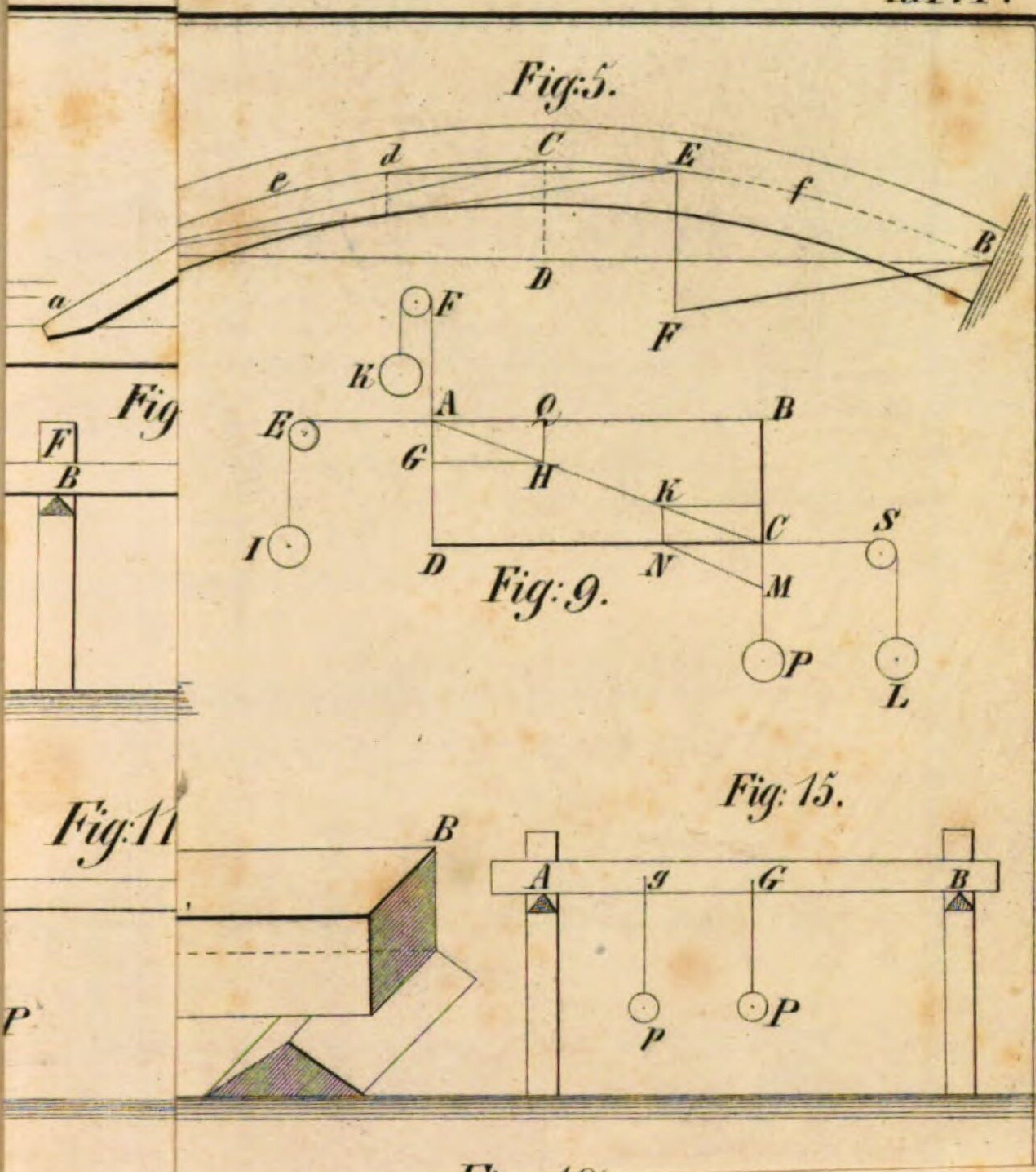
§. 44. Diejenigen, welche eine solche Prüfung schon früher bestanden haben, deren Ansässigmachung aber, in Folge der durch diese Prüfung erlangten Befugniß, noch nicht stattgefunden hat, und welche sich in Zukunft mit Bauführungen nach eigenem Plane, und mit dem Entwerfen von Plänen für Private, Gemeinden &c. beschäftigen wollen, haben sich der im §. 34 bis 40. vorgeschriebenen gesteigerten Prüfung zu unterwerfen.

§. 45. Diejenigen Individuen, welche die Prüfung als Maurer-, Zimmer- und Steinmetzmeister bei einer Kreisregierung schon früher bestanden, und dadurch nur einen Anspruch auf Ansässigmachung außerhalb der Städte erster Classe begründet haben, erhalten zwar nach §. 42. die Befugniß, sich auch um die Ansässigmachung in den Städten erster Classe zu bewerben, allein sie haben sich dann lediglich auf den gewöhnlichen Betrieb ihres Handwerks zu beschränken.

Geprüft wird in der Arithmetik, Geometrie, Architektur, allenfalls auch im Steinschnitt, an jeder Regierung im Königreiche.

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.

Taf: I.


Fig: 5.
a
e
d
C
E
f
B
D
F
Fig: 9.
F
K
A
O
B
E
G
H
K
C
S
I
D
N
M
P
L
Fig: 11
Fig: 15.
A
g
G
B
p
P

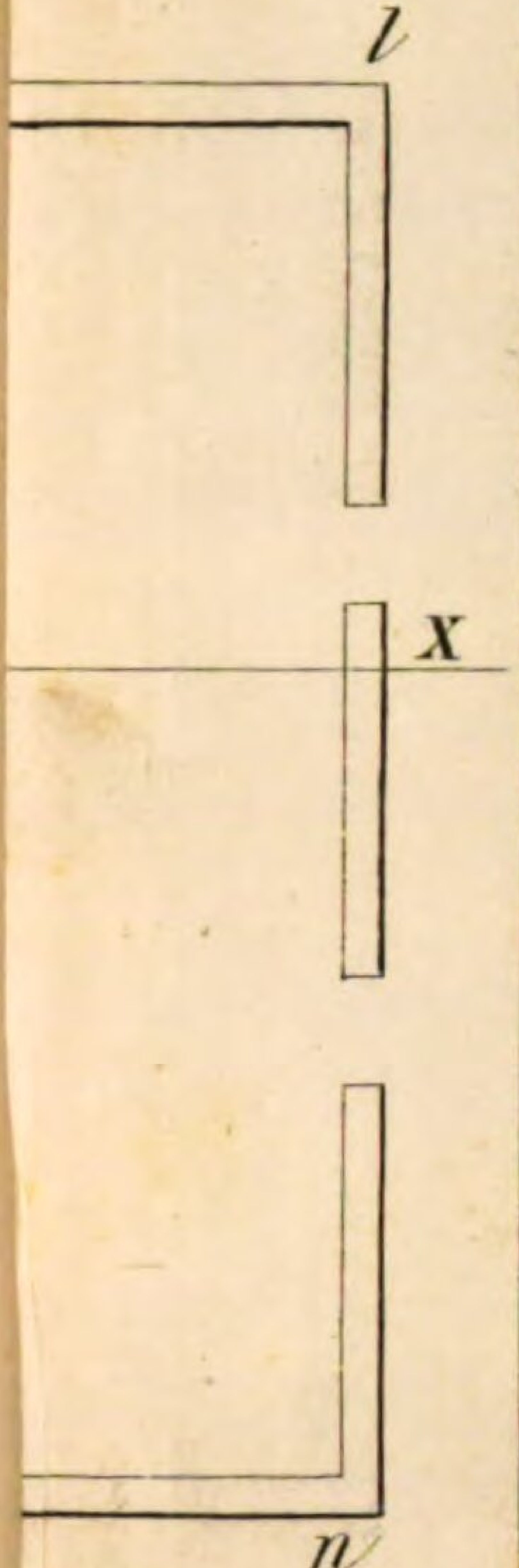


Fig: 21.

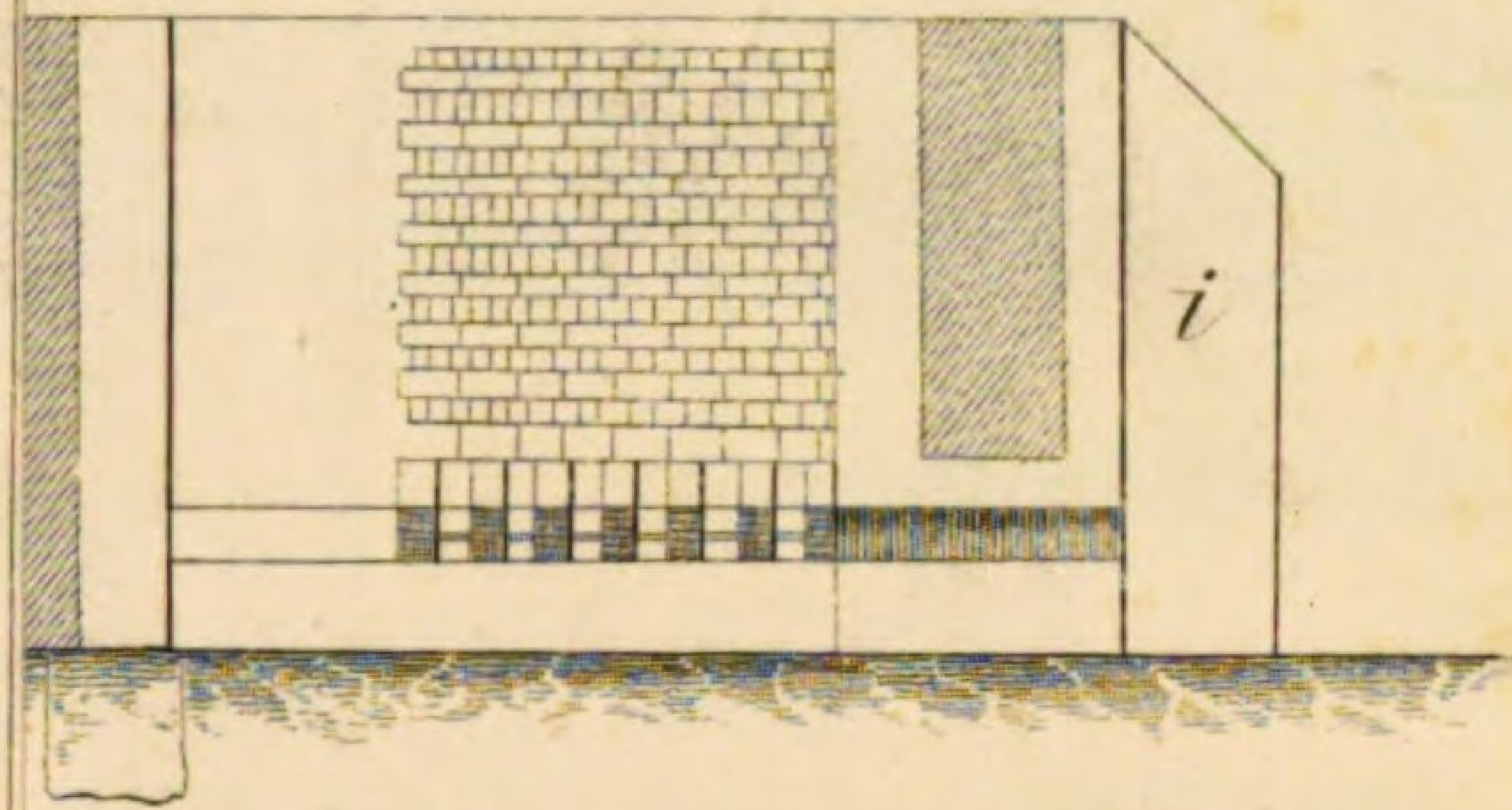
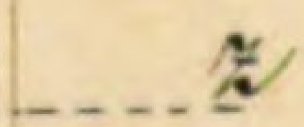


Fig: 23.



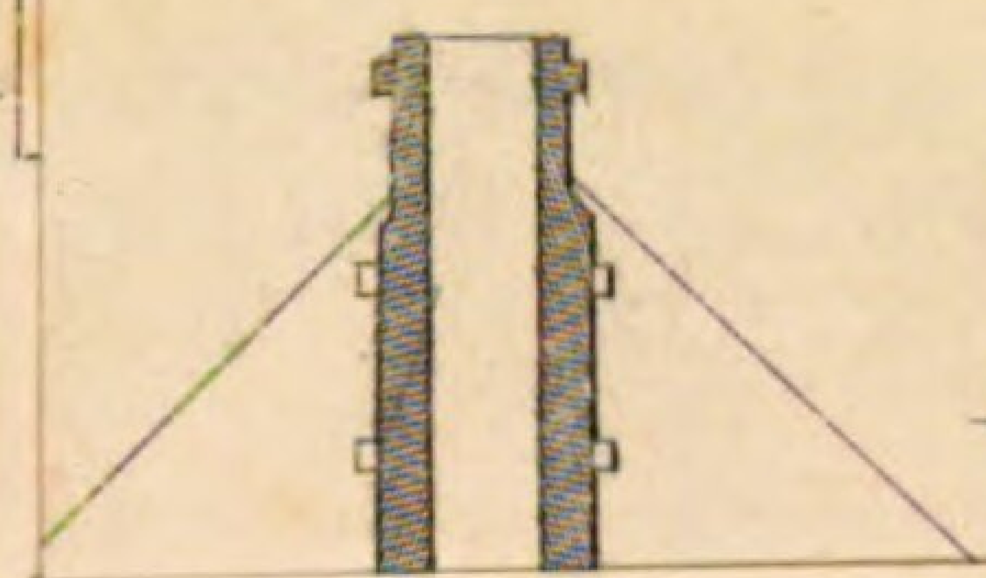


Fig: 24.

Fig.34.

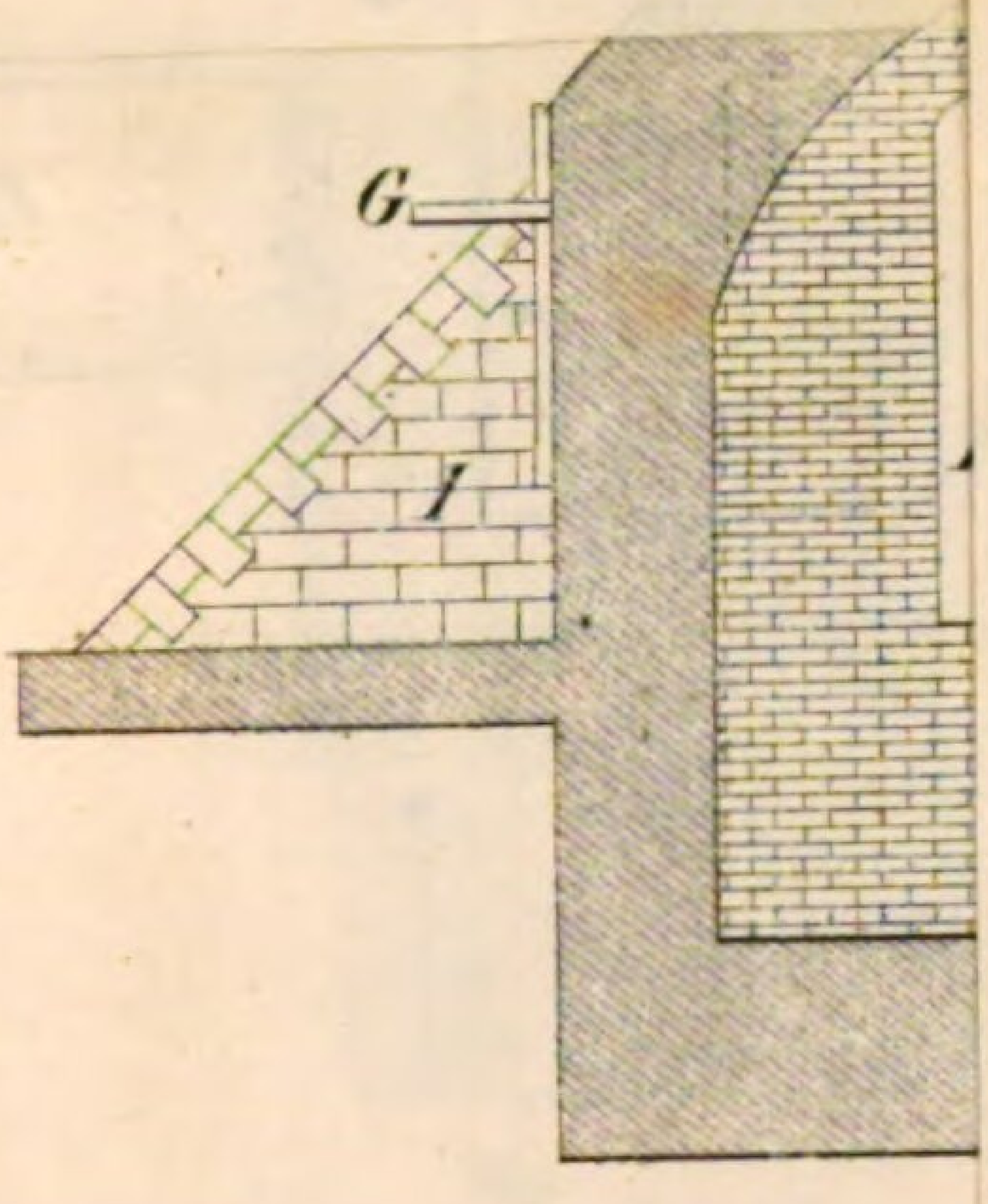


Fig.36.

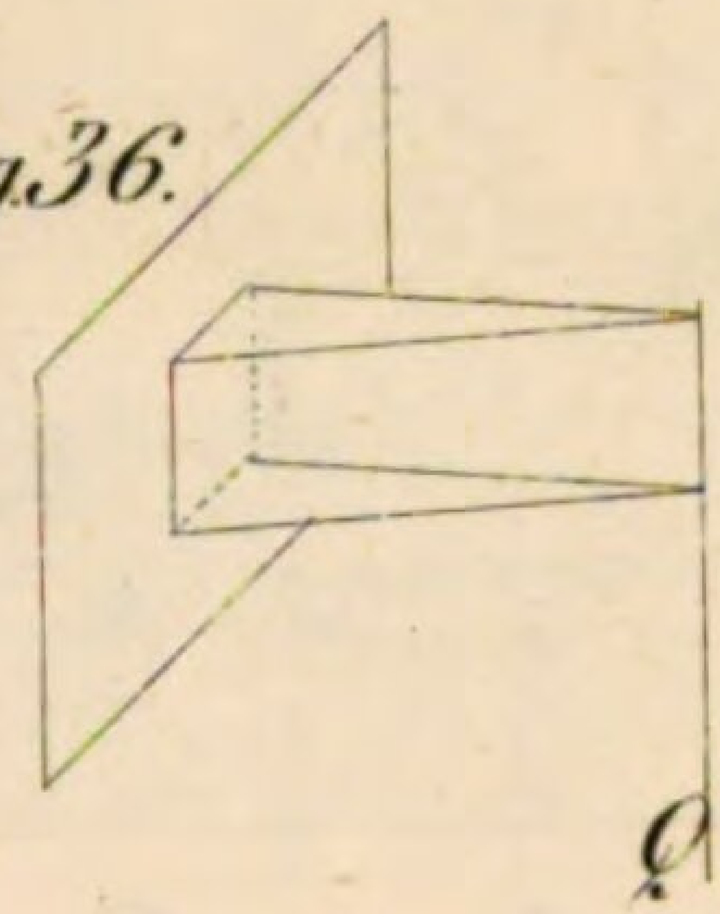


Fig. 40.



Fig. 41.



Fig. 45.



Fig. 46.

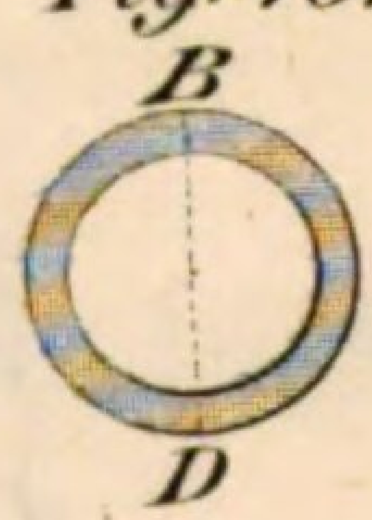
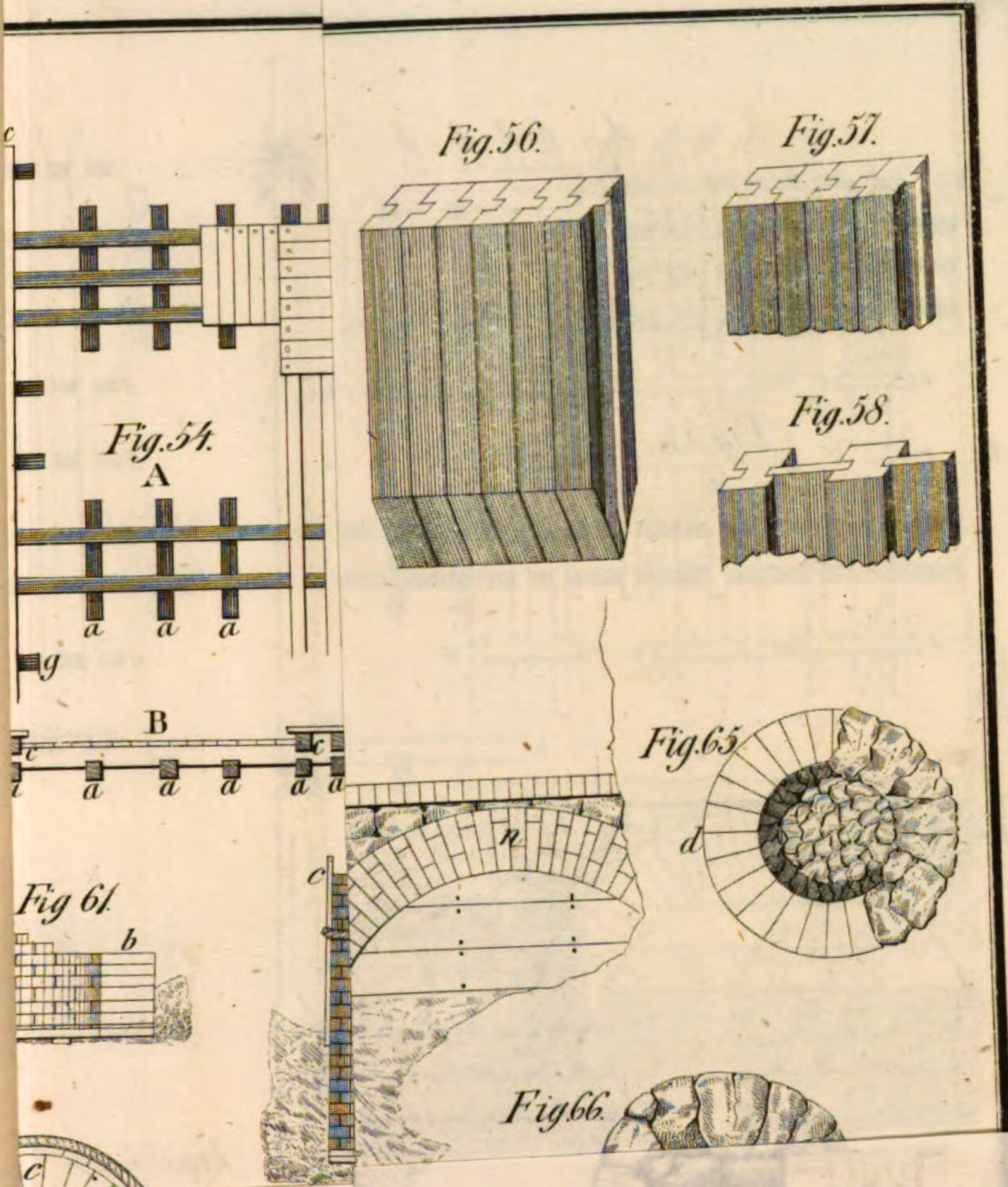


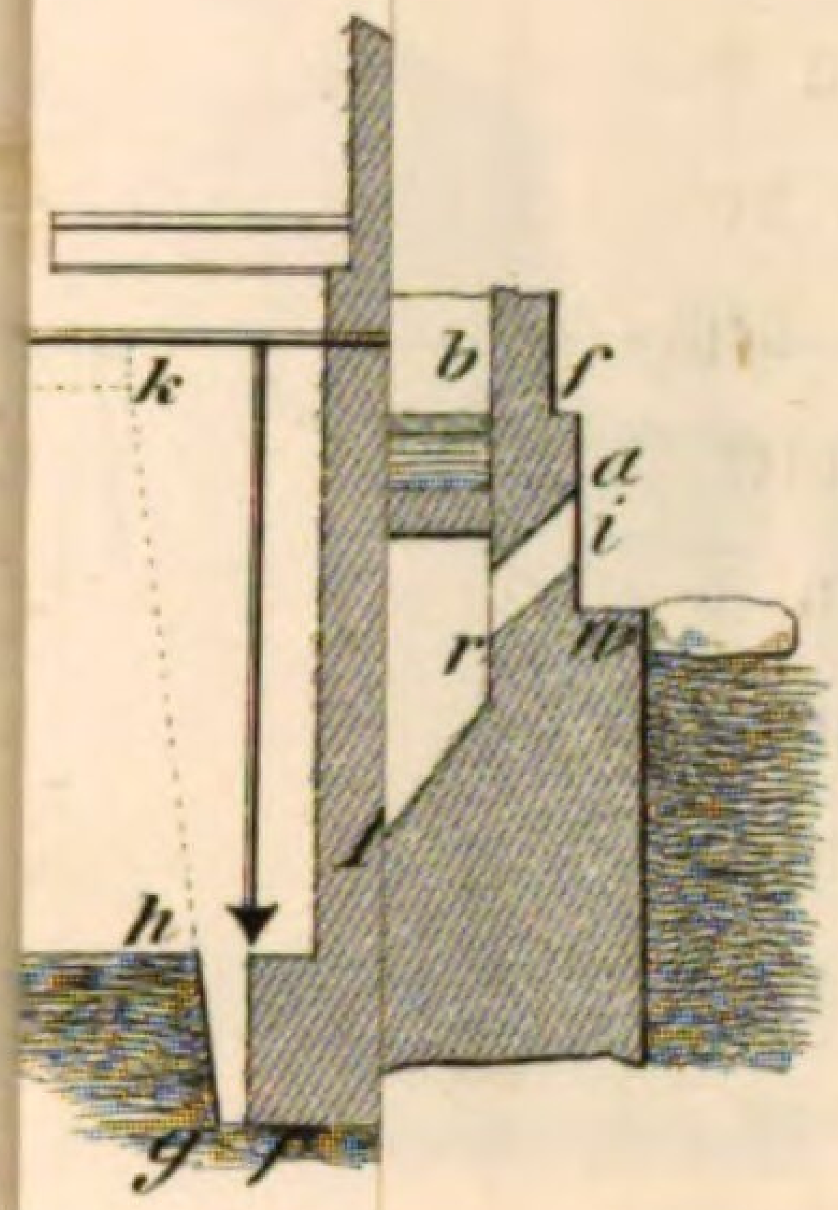
Fig. 49.





Taf. IV.





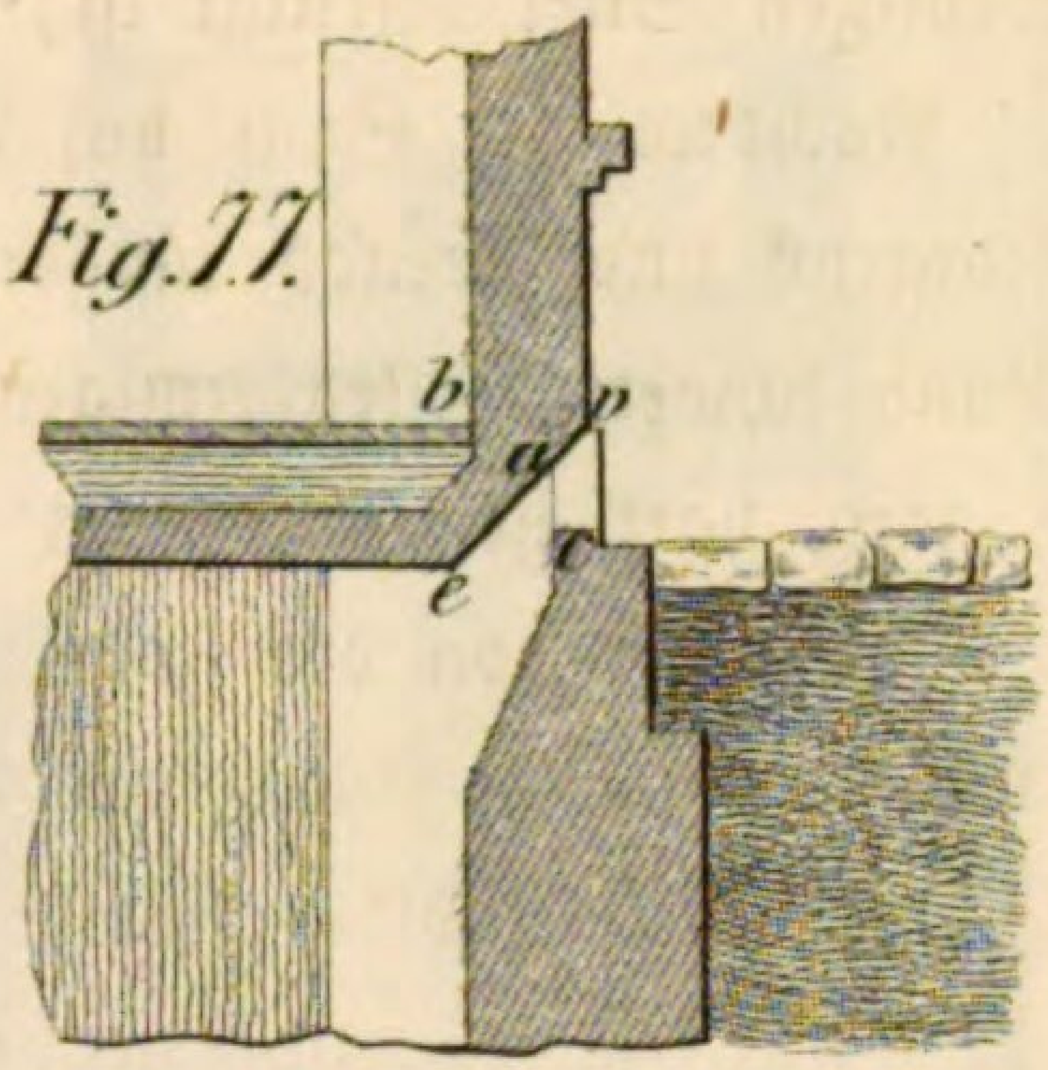
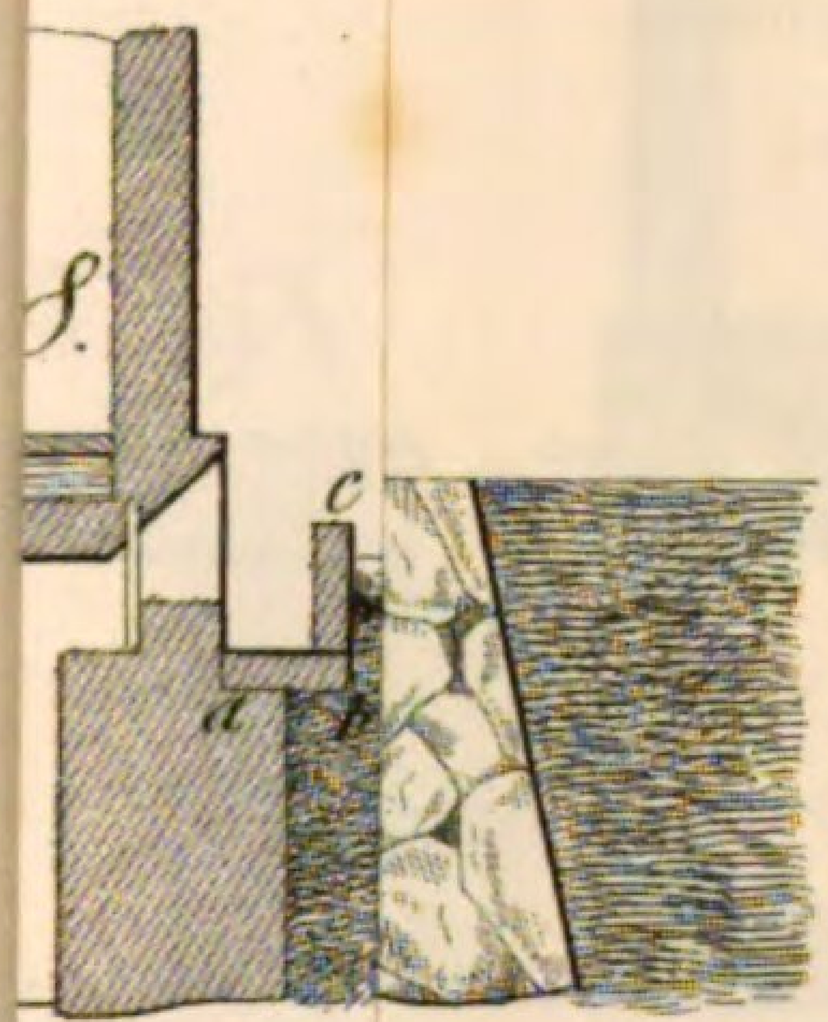


Fig. 77.

8.



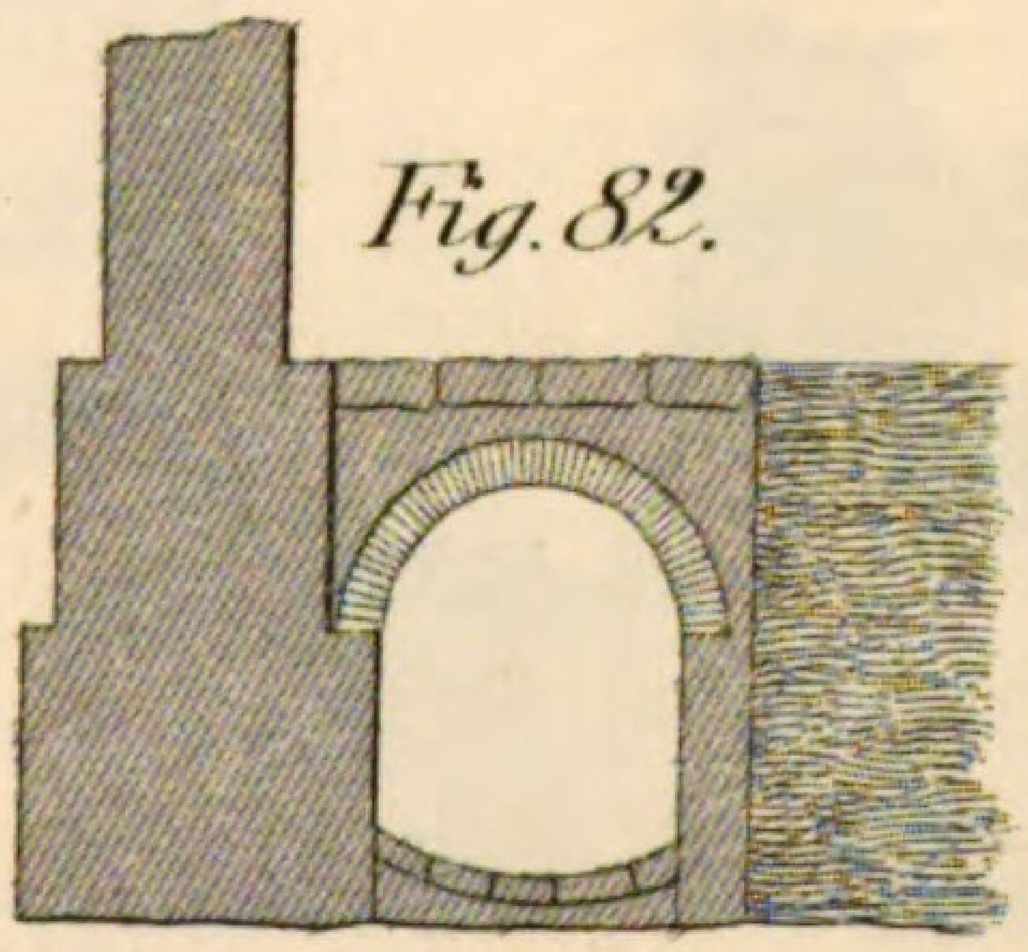


Fig. 82.

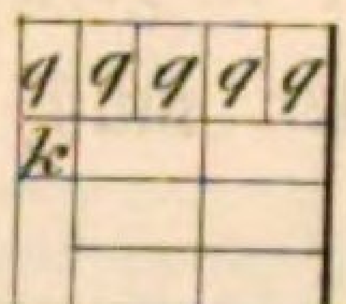


Fig. 87. A.

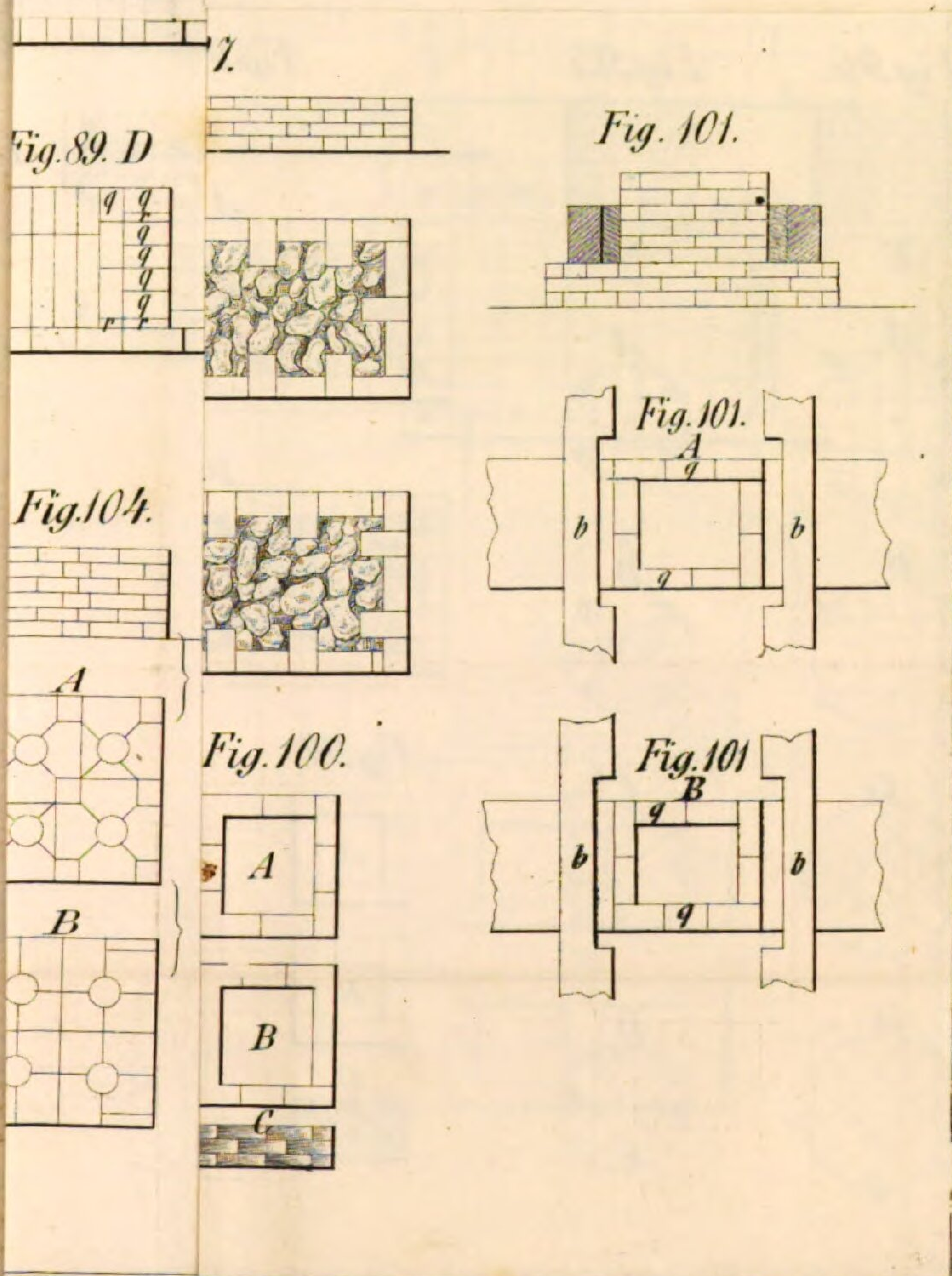
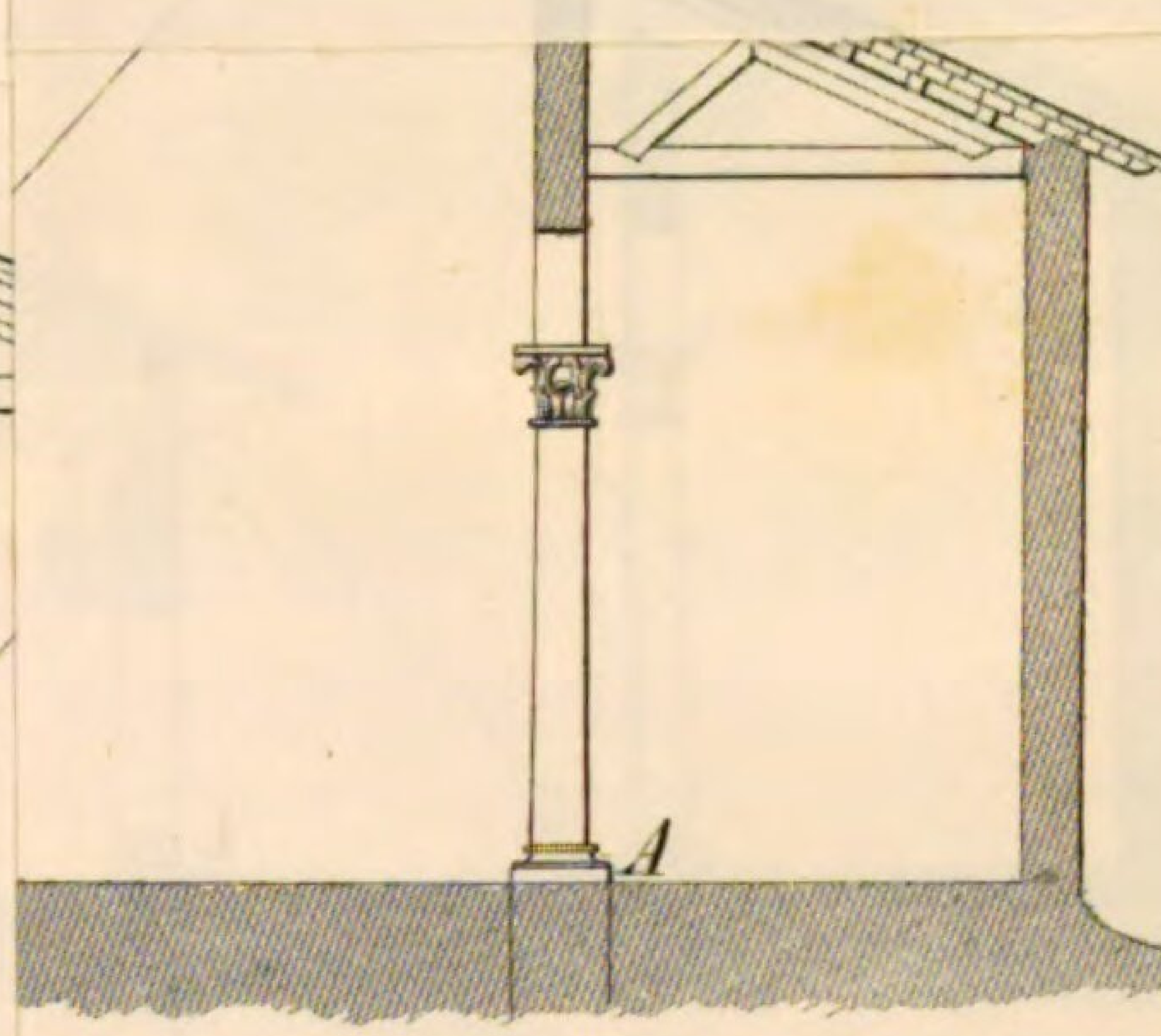

7.
Fig. 89. D
q
r
Fig. 104.
A
B
Fig. 100.
A
B
C
Fig. 101.
Fig. 101.
A
q
b
Fig. 101
B
q
b
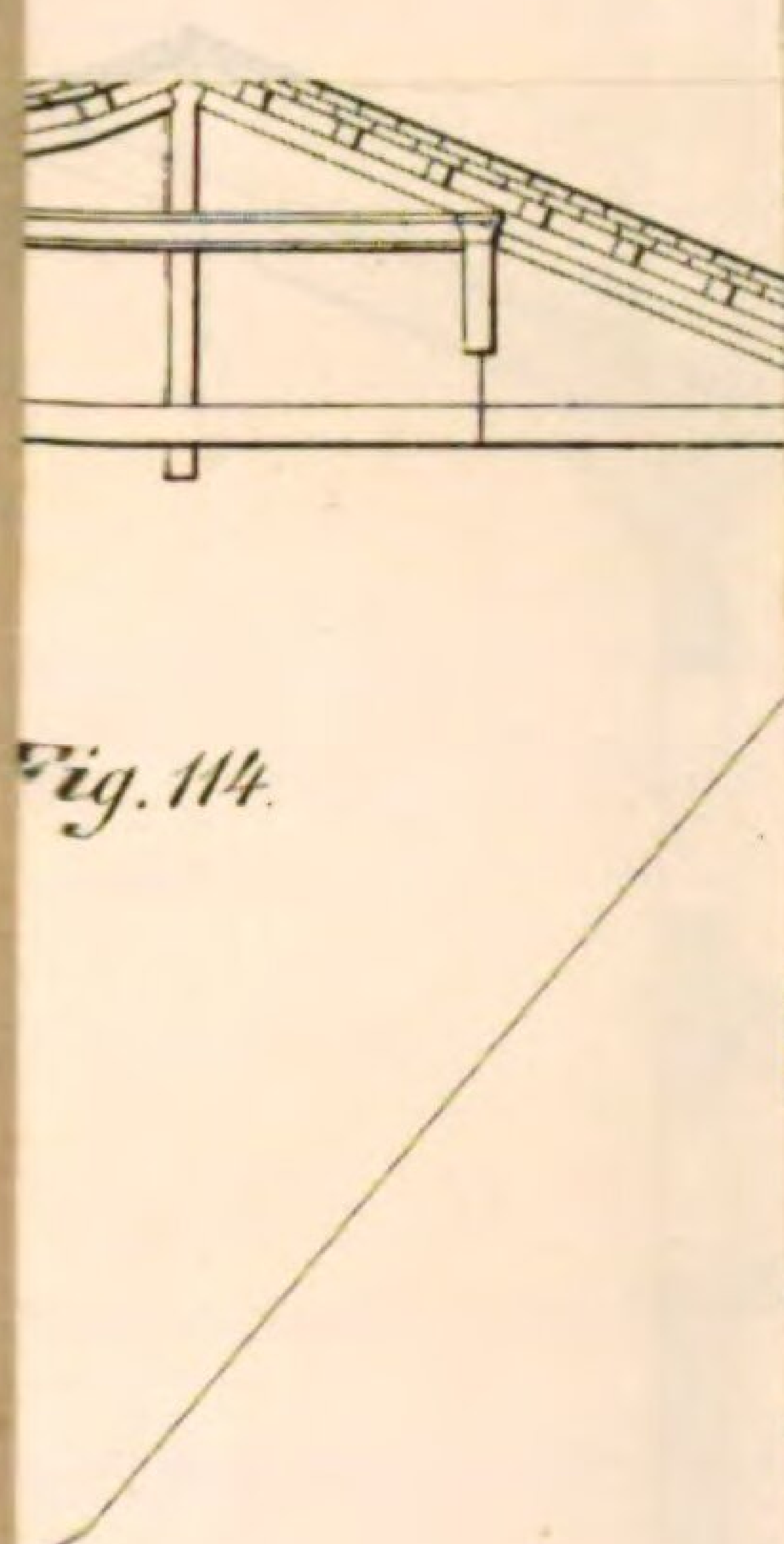


Fig. 114.



3.

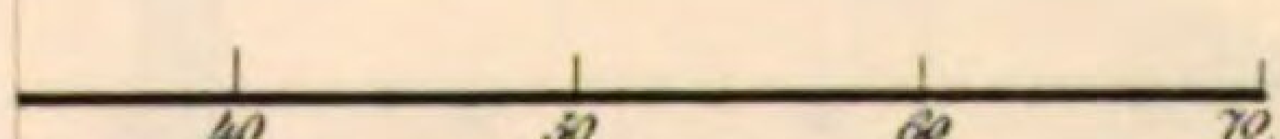


Fig. 117.

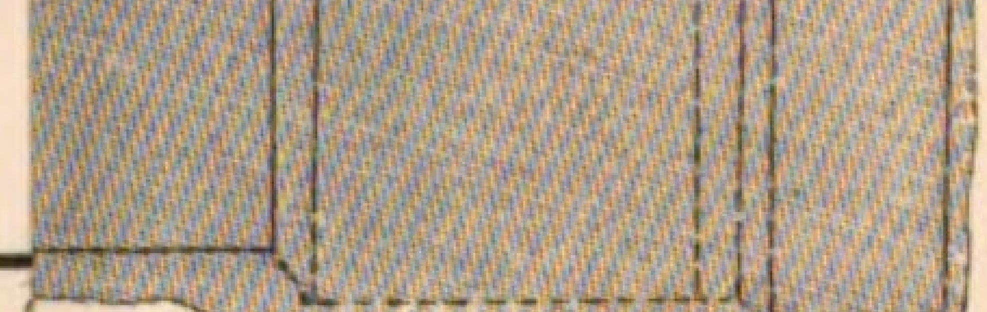
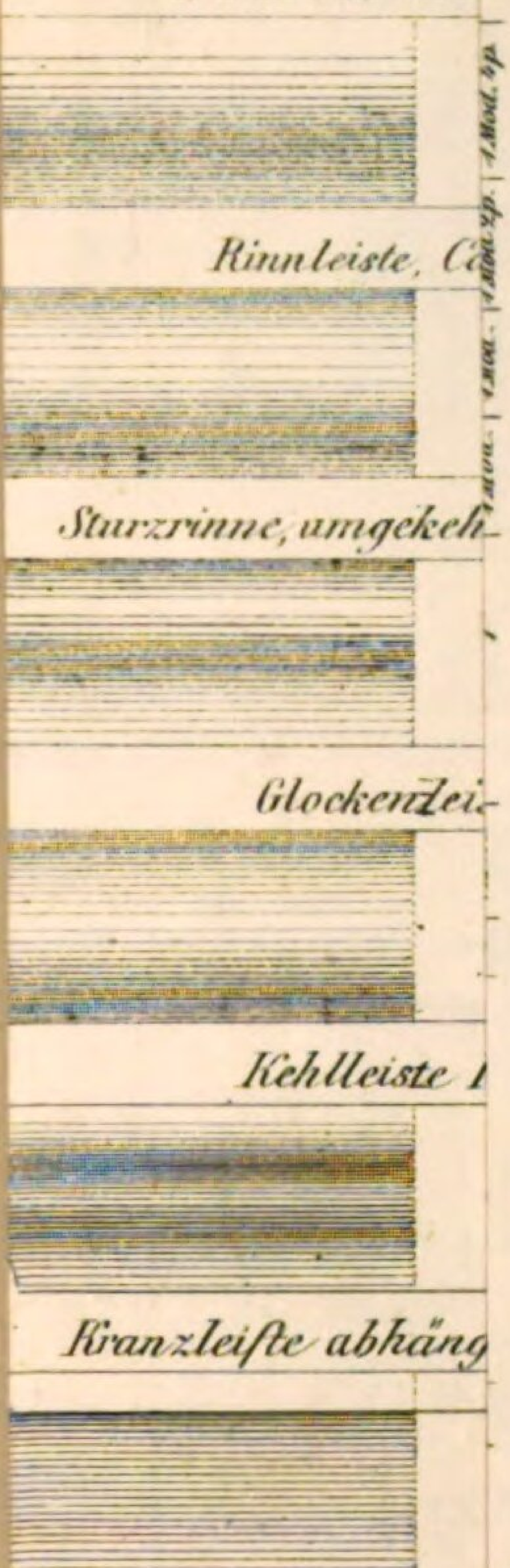




Fig. 114.



g der verschiedenen hl



Detail der Toscanischen Ordnung.

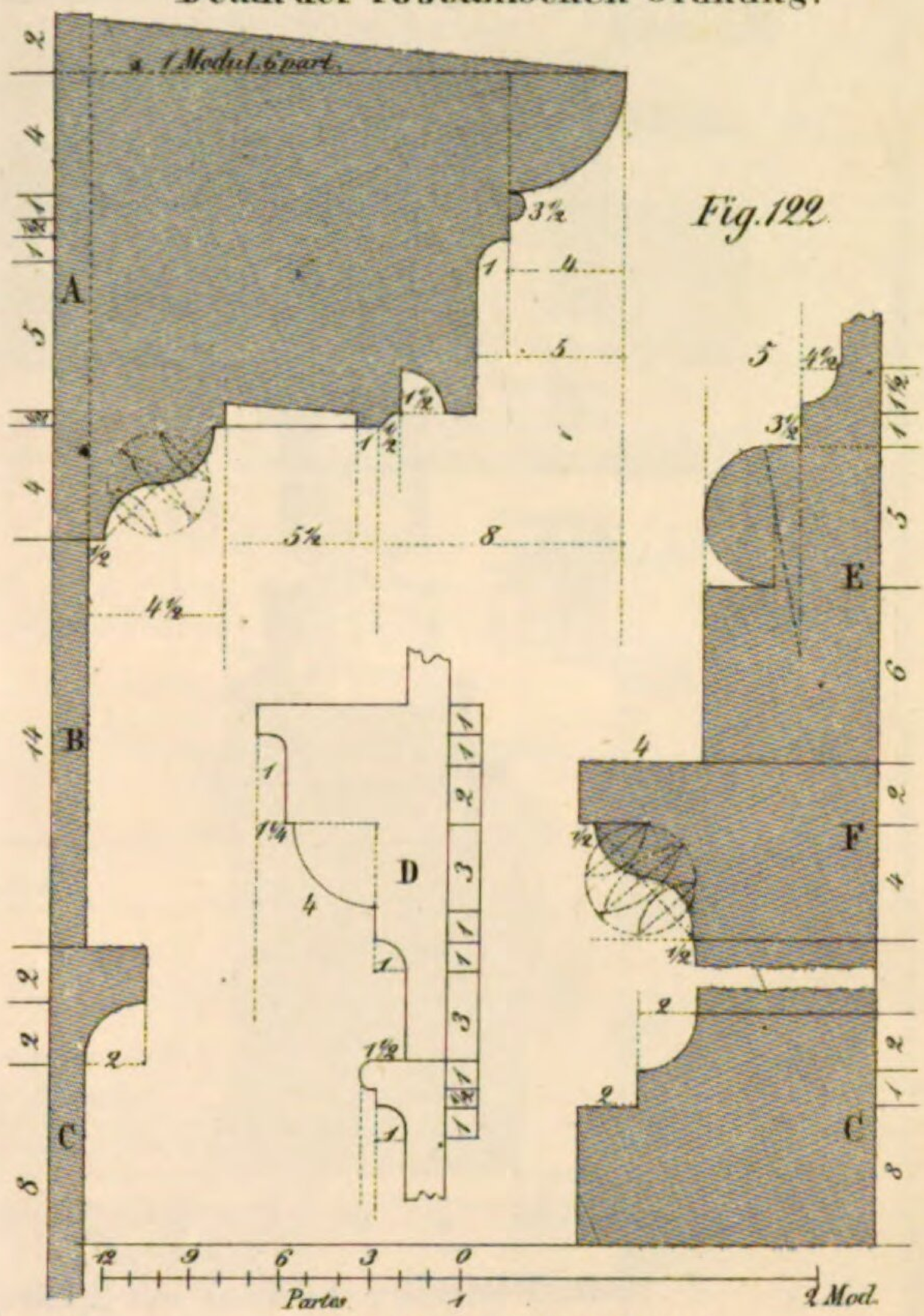


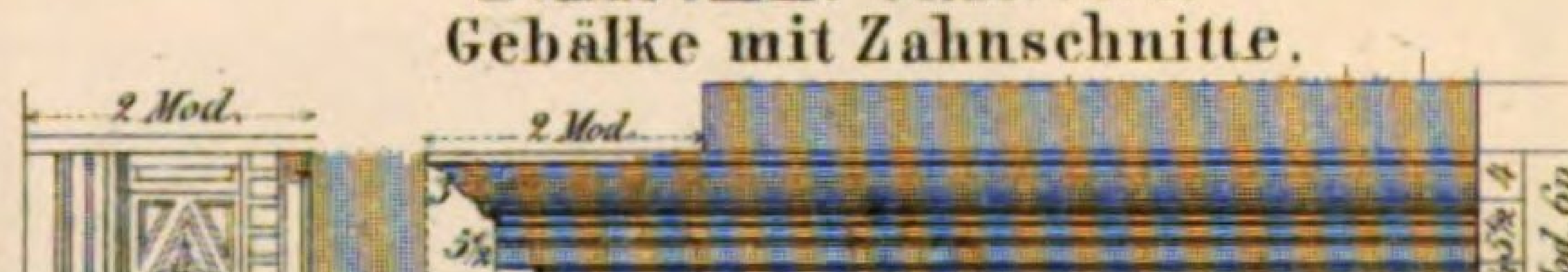
Fig. 122.

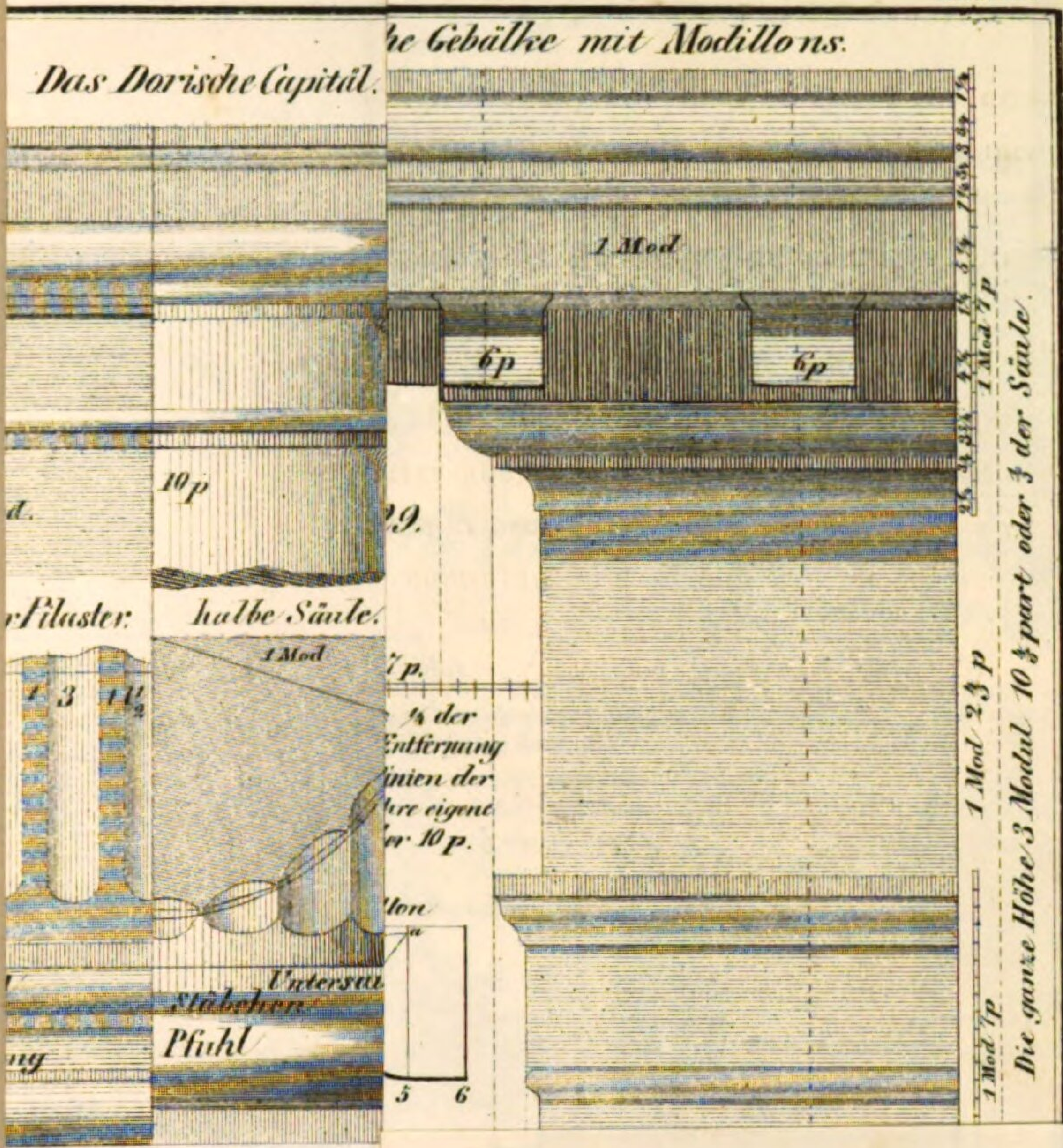
fen.

DORI
Gebälke mit Sp



DORISCHE. ORDNUNG.
Gebälke mit Zahnschnitte.




he Gebälke mit Modillons.
Das Dorische Capitäl.
1 Mod
6 p
6 p
10 p
d.
29.
r Pilaster.
halbe Säule.
1 Mod
7 p.
¼ der
Entfernung
inien der
ihre eigene
der 10 p.
llon
Untersa
Stäbchen
Pfuhl
ng
5
6
1 Mod 7 p
1 Mod 2 ⅔ p
1 Mod 7 p
Die ganze Höhe 3 Modul 10 ¾ part oder ¼ der Säule.

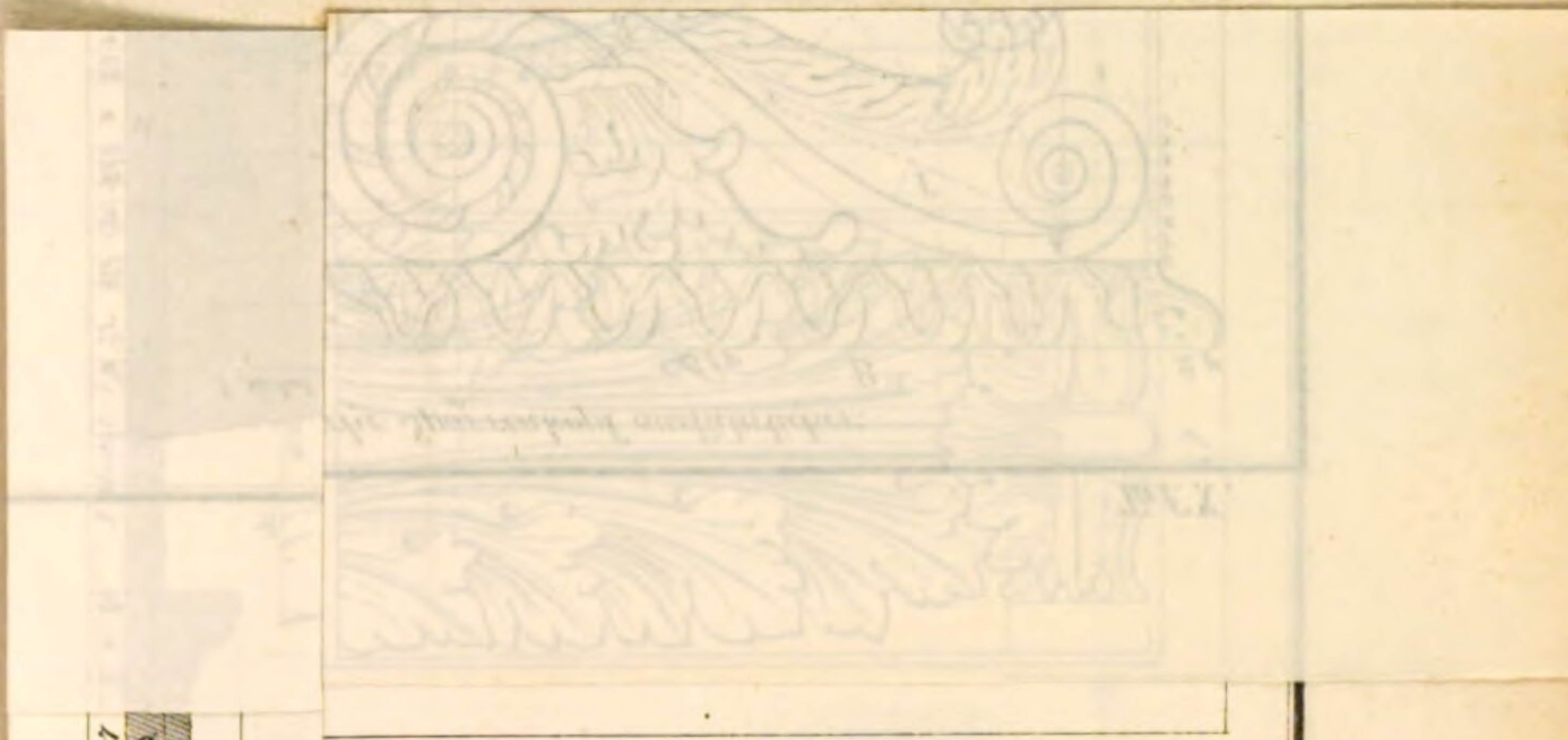
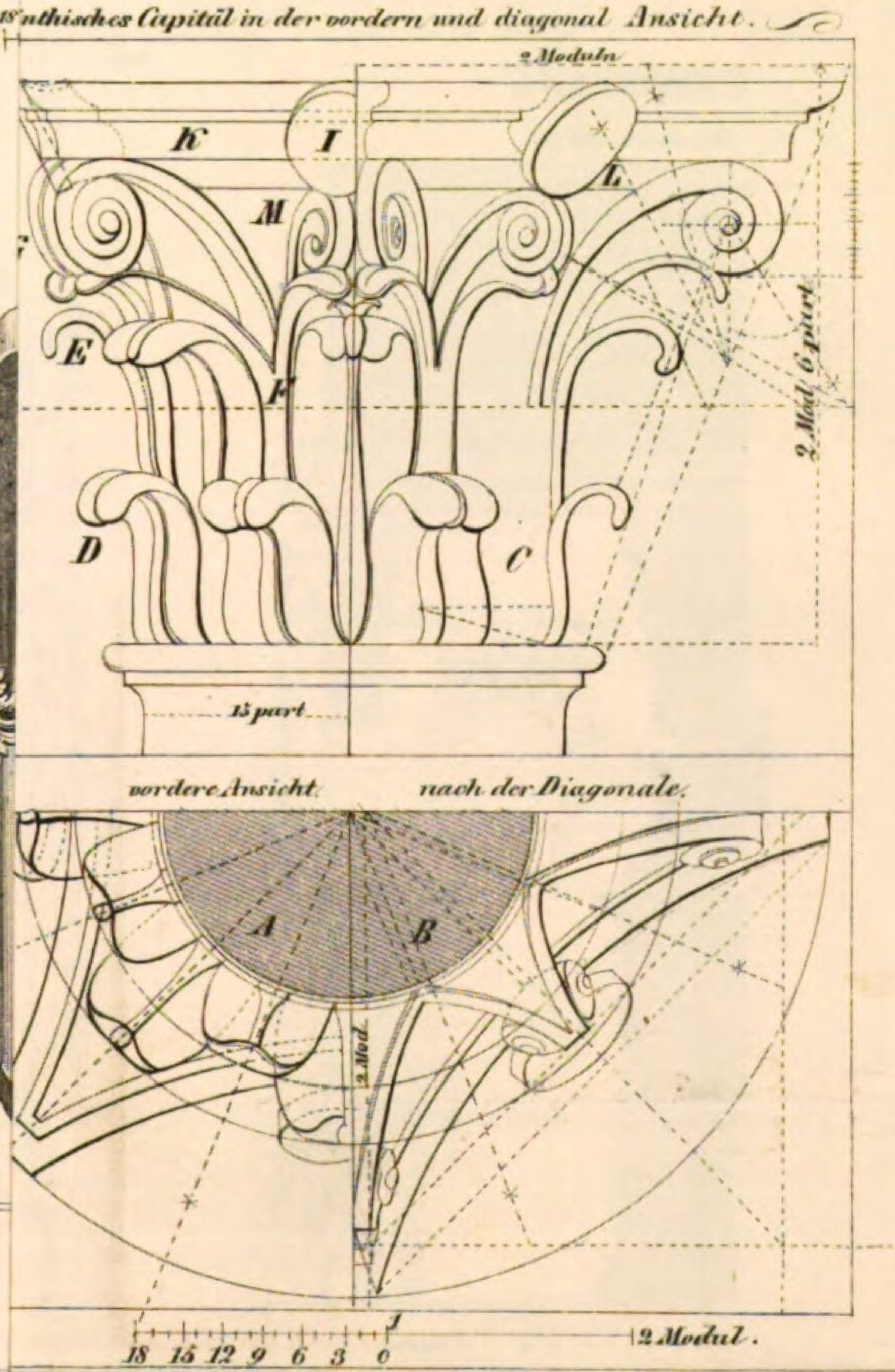
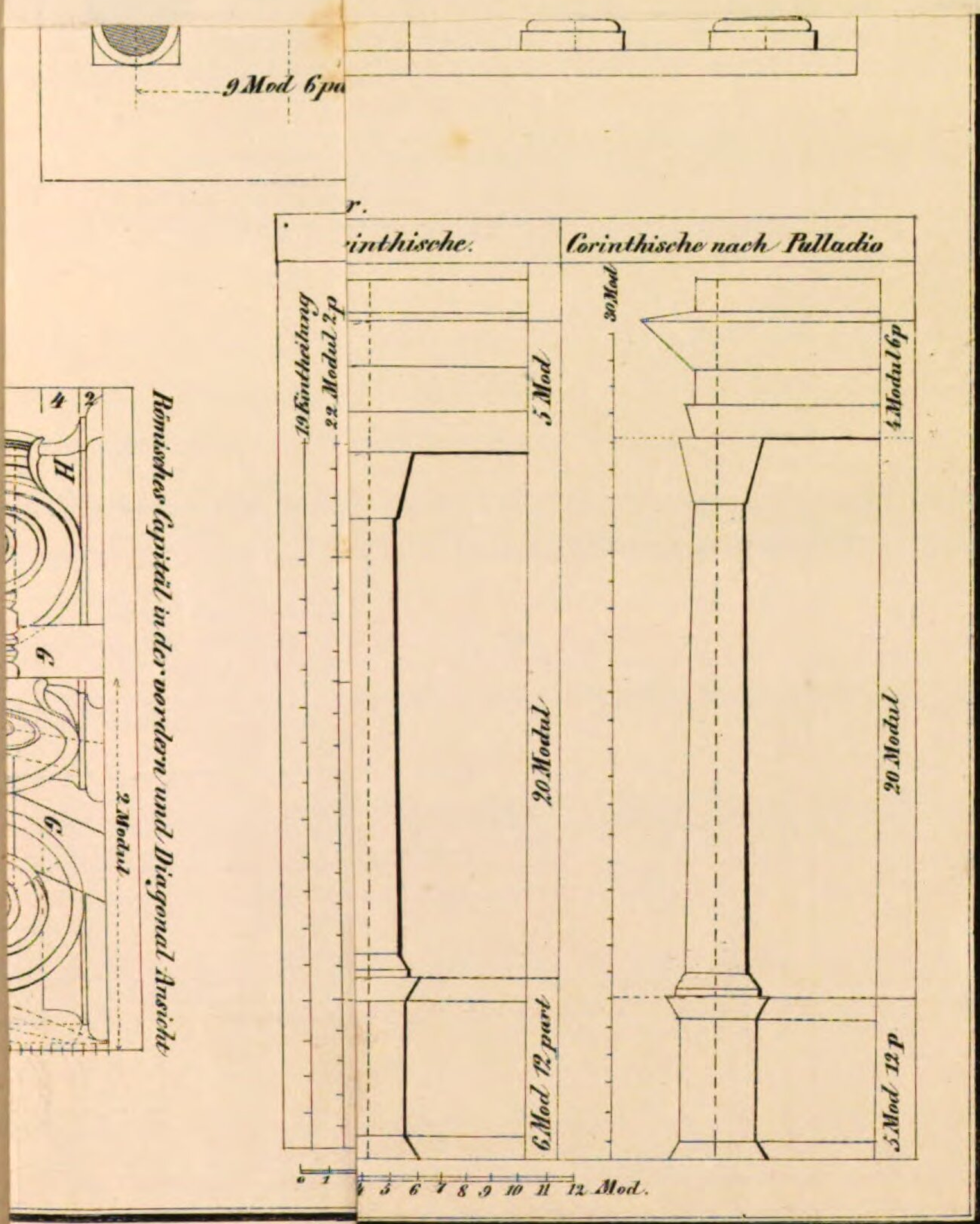




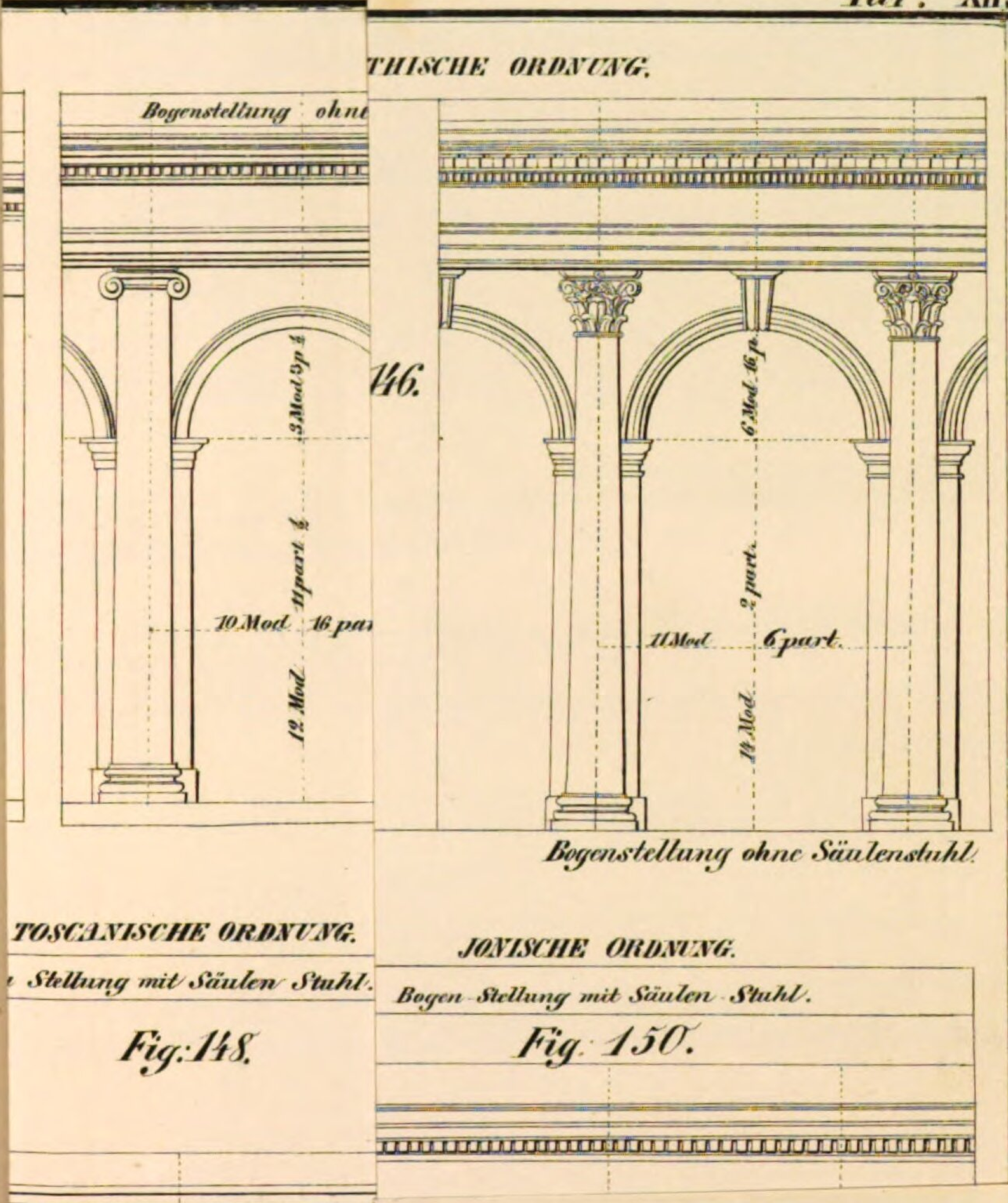
Fig. 135.

nthisches Capitäl in der vordern und diagonal Ansicht.





9 Mod 6 pa
r.
inthische.
Corinthische nach Palladio
19 Eintheilung
22 Modul 2 p
5 Mod
20 Modul
6 Mod 12 part
30 Mod
4 Modul 6 p
20 Modul
5 Mod 12 p
Römisches Capitäl in der vordern und Diagonal Ansicht
2 Modul
0 1 4 5 6 7 8 9 10 11 12 Mod.


THISCHE ORDNUNG.
Bogenstellung ohn
3 Mod 3p ½
11 part ½
10 Mod 16 par
12 Mod
146.
6 Mod 16 p.
2 part.
11 Mod 6 part.
14 Mod.
Bogenstellung ohne Säulenstuhl.
TOSCANISCHE ORDNUNG.
Stellung mit Säulen Stuhl.
Fig: 148.
JONISCHE ORDNUNG.
Bogen-Stellung mit Säulen-Stuhl.
Fig. 150.

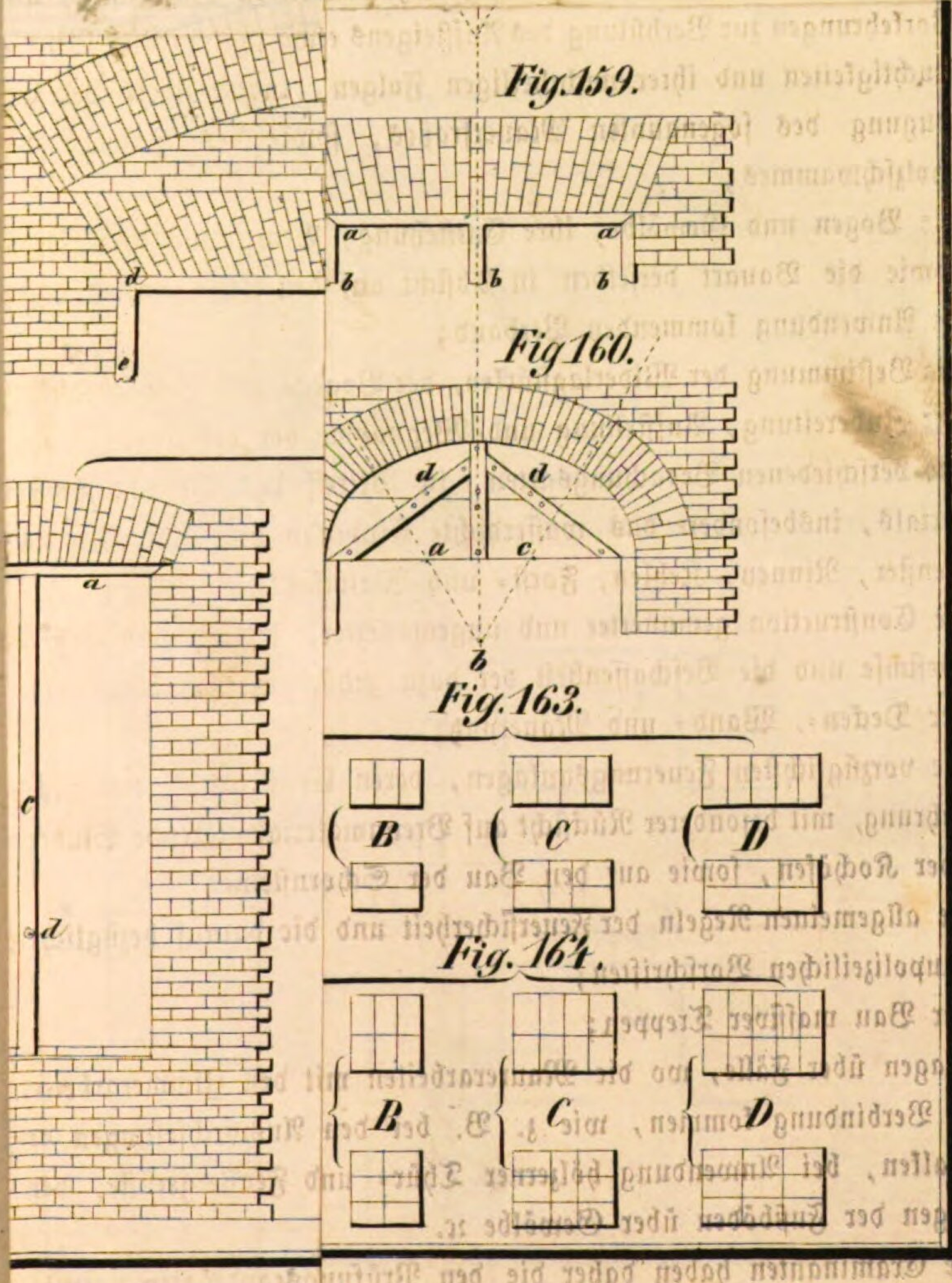


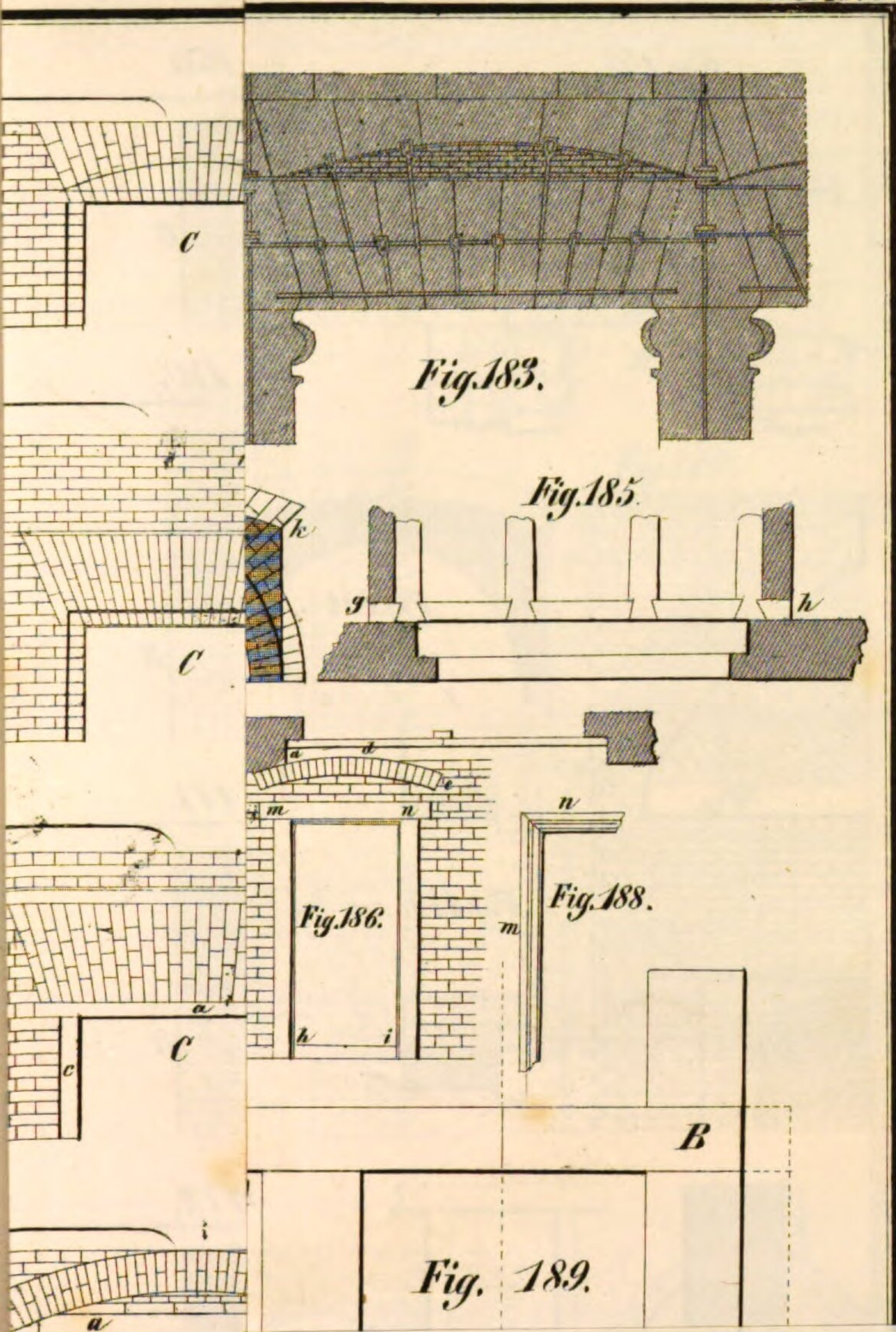
Fig. 159.

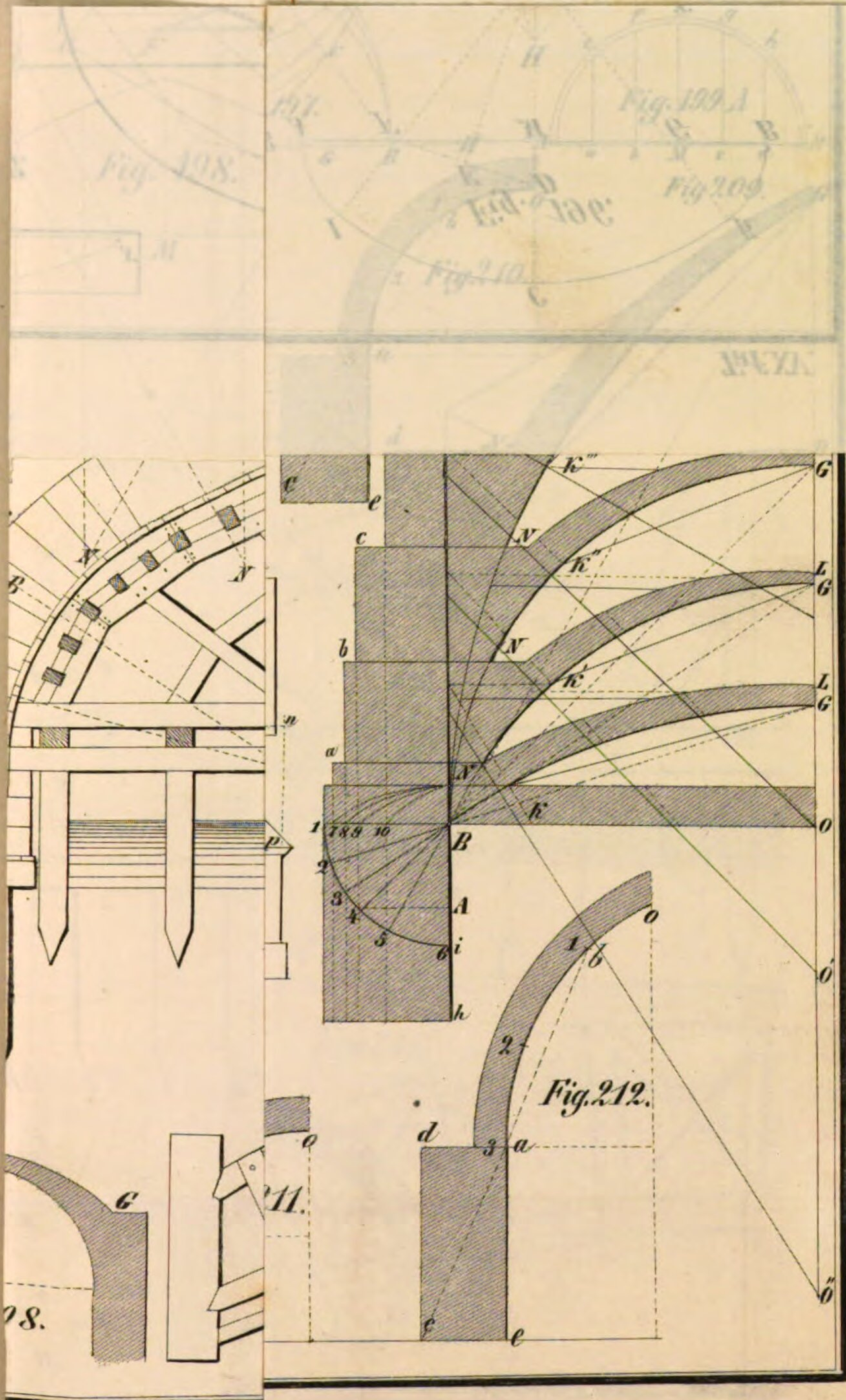
Fig. 160.

Fig. 163.

Fig. 164.

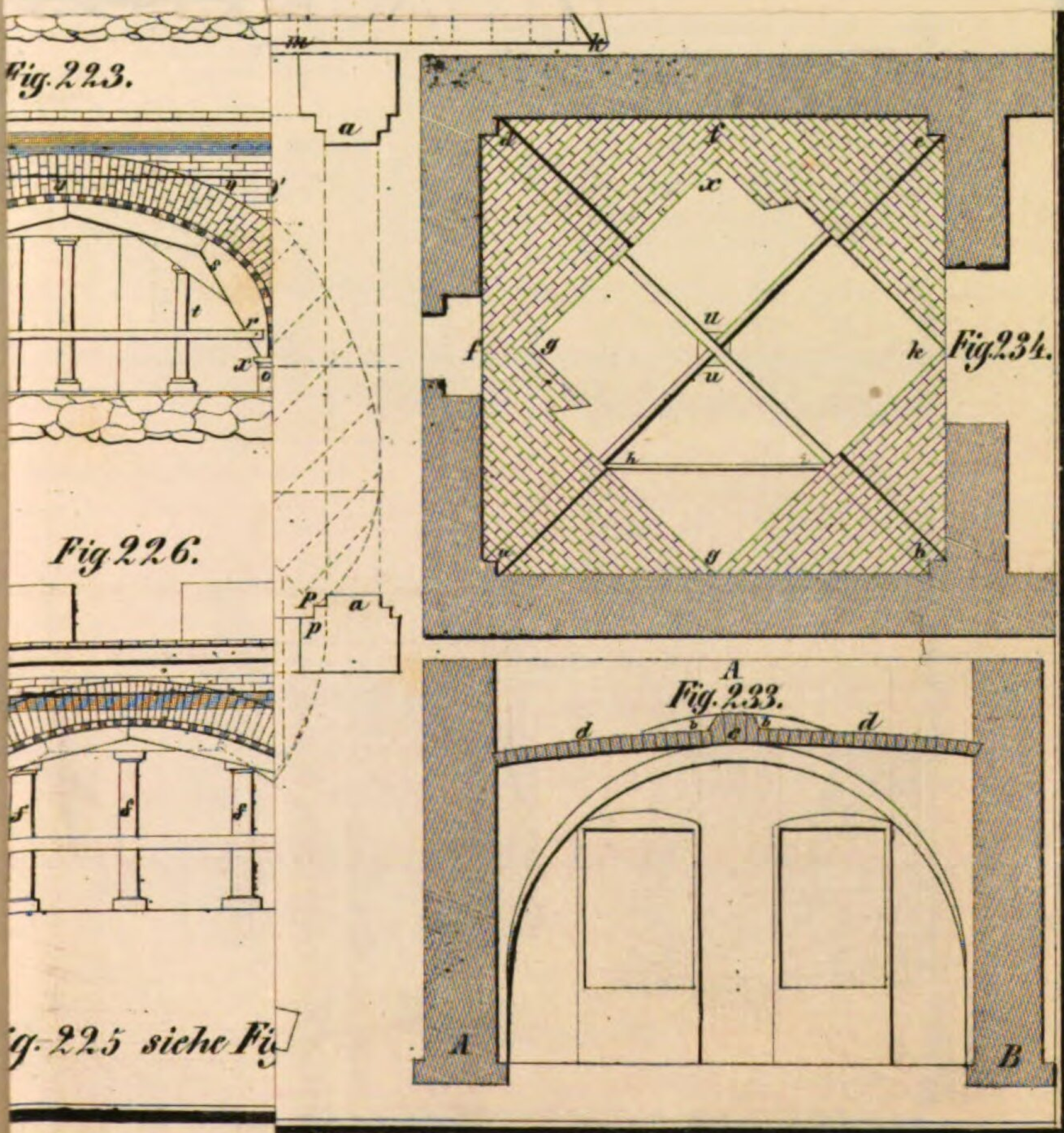
Taf. XIV.




K'''
G
c
N
K''
L
G
b
N
K'
L
G
a'
N'
K
1 7 8 9 10
B
O
2
3
A
4
5
6 i
h
o
1
b
O'
2
d
3 a
e
e
O''
n
p
o
211.
G
98.


Fig. 212.

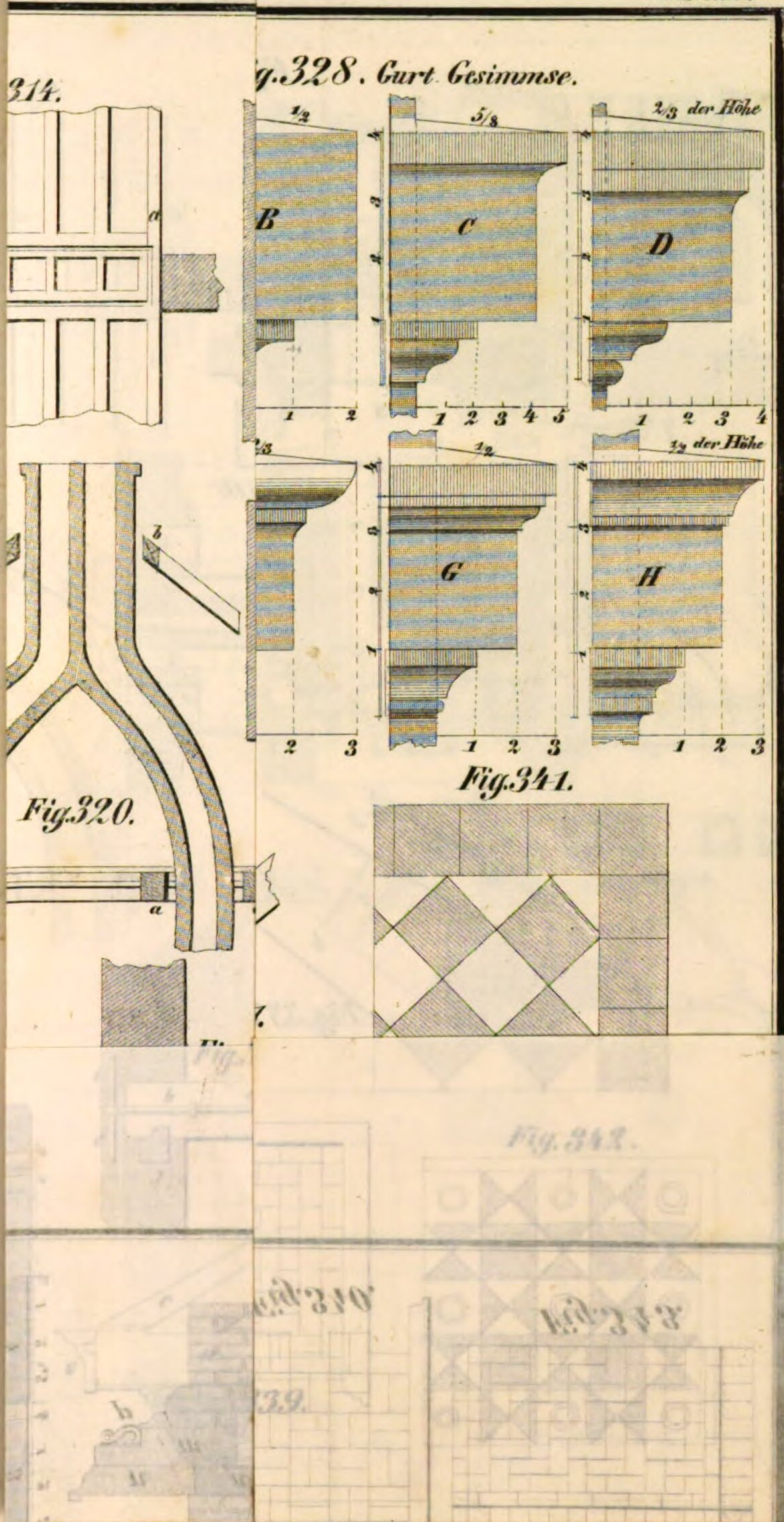

Fig. 223.
Fig. 226.
Fig. 225 siehe Fi
Fig. 234.
Fig. 233.
A
B

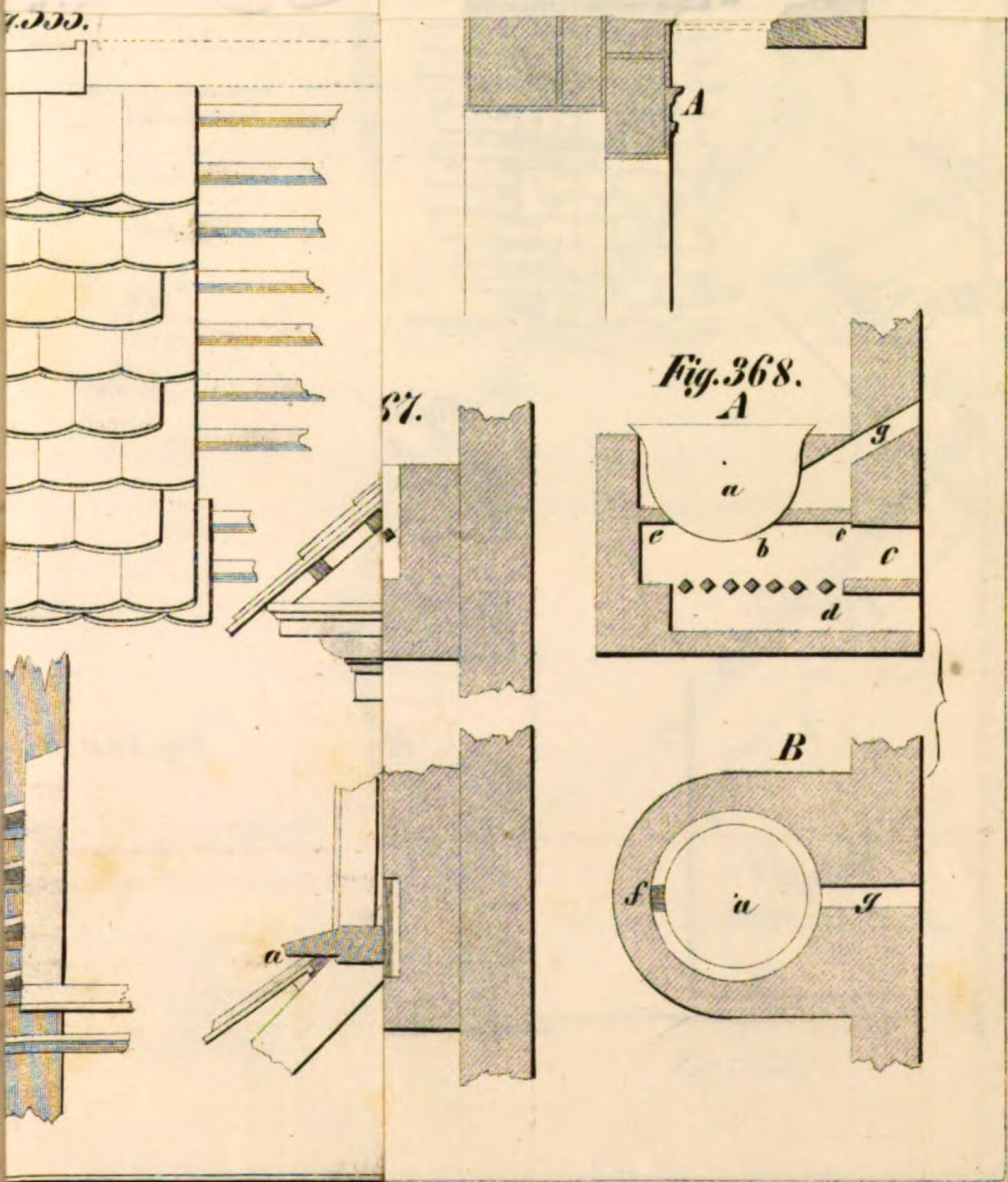
Taf. XVII.



244.
Fig. 259.
Fig. 260.
Fig. 271.
Fig. 270.
Fig. 272.
Fig. 273.
Fig. 274.
Fig. 276.


Fig. 280
Fig. 300.
Fig. 288.
Fig. 301.
Fig. 286.
285.
Fig. 302.
Fig. 289.


314.
g.328. Gurt Gesimmse.
1/2
5/8
2/3 der Höhe
B
C
D
1/2
1/2 der Höhe
G
H
Fig.320.
Fig.341.
Fig.342.



g.355.
67.
Fig.368.
A
a
b
c
d
e
g
B
f
a